

Kauri Saari

Laadun mittaaminen toimitilakohteen viimeistelyvaiheessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

27.4.2015

Tekijä(t) Otsikko	Kauri Saari Laadun mittaaminen toimitilakohteen viimeistelyvaiheessa
Sivumäärä Aika	45 sivua + 5 liitettä 27.4.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	kehitysinsinööri Siru Rinne työmaainsinööri Anne Julku lehtori Kimmo Sani
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin laadun mittaamista rakennustyömaan viimeistelyvaiheessa. Tutkimuksen toimeksiantajana toimi YIT Rakennus Oy:n toimitilarakentamisen liiketoimintaryhmä.</p> <p>Keskeisenä tutkimuskohteena opinnäytetyössä oli Rakennusteollisuus RT ry:n ja Aalto-yliopiston kehittämä Laatumittari. Laatumittarin ominaisuuksia ja käyttöä viimeistelyvaiheen laadun mittaamisessa tarkasteltiin toimitilatuotannon näkökulmasta. Rakennusteollisuus RT ry:n edustajan haastattelun avulla saatiin tietoa Laatumittarin käytöstä ja kehityksestä.</p> <p>Tutkimuksen teoreettisessa osuudessa käsiteltiin rakentamisen laatua ja sen merkitystä yritykselle. Laatuvirheitä tarkasteltiin niiden ominaisuuksien, aiheuttajatahojen ja syntyyn johtavien syiden kautta. Erityistä huomiota kohdistettiin rakennustyömaan viimeistelyvaihetta koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli ”Miten asuntorakentamisen käyttöön kehitetty Laatumittari soveltuu toimitilatyömaalle?” Tutkimuksen kvantitatiivinen osuus toteutettiin Laatumittarin avulla YIT Rakennus Oy:n toimitilakohteessa. Laatumittarin alkuperäisiä lomakkeita muokattiin kohdetyömaalle soveltuviksi. Lisäksi tutkimuksessa haastateltiin YIT Rakennus Oy:n edustajaa. Haastattelun kautta saatiin kvalitatiivista tietoa Laatumittarin soveltuvuudesta toimitilatyömaan käyttöön.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena laadittiin prosessikaavio, jossa kuvattiin Laatumittarin käytön vaiheet asunto- ja toimitilatuotannossa sekä toimenpiteet, joita noudattamalla mittari soveltuu toimitilatyömaalle. Lisäksi kohdetyömaalla suoritettua laatumittauksen ja erillisen aikataulutilanteen vertailun tulokset dokumentoitiin myöhempää käyttöä varten.</p>	
Avainsanat	laadun mittaaminen, Laatumittari, viimeistelyvaihe, toimitilatuotanto

Author(s) Title	Kauri Saari Quality Measurement in the Finishing Phase of Production of Business Premises
Number of Pages Date	45 pages + 5 appendices 27 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Siru Rinne, Development Engineer Anne Julku, Site Engineer Kimmo Sani, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's thesis investigates the measurement of quality in the finishing phase of a construction project. The thesis was commissioned by YIT Ltd.</p> <p>One of the essential research subjects of the study was Laatumittari, which was developed together by Confederation of Finnish Construction Industries RT and Aalto University. The features and application of Laatumittari in quality measurement in the finishing phase was observed from the perspective of the production of business premises. Information about the usage and development of Laatumittari was received by interview of the representative of Confederation of Finnish Construction Industries RT.</p> <p>The quality of construction and its meaning to company was covered in the theoretical part of the study. Defects in quality were inspected via their features and causes. Quality assurance in the completion stage was the centre of attention.</p> <p>The thesis' research problem was "How will Laatumittari, that is designed for residential production, suit for the use of production of business premises?" The quantitative part of the study was executed at the YIT Corporation's construction site. The original forms of Laatumittari were reworked to suit the construction site where the measurement was conducted. Additionally a representative of YIT Corporation was interviewed. Qualitative information about Laatumittari's usability in the production of business premises was received by the interview.</p> <p>A process chart that illustrates the phases of using Laatumittari in residential production and production of business premises was created as a result of the study. The chart also shows the measures that allow the use of Laatumittari to be successful in the production of business premises. An extra comparison of the scheduling situation was made and documented in addition to the measurement of quality at the construction site.</p>	
Keywords	quality measurement, Laatumittari, finishing phase, production of business premises

Alkusanat

Suuret kiitokset kaikille opinnäytetyössä mukana olleille tahoille. Kiitos opinnäytetyön toimeksiantajalle YIT Rakennus Oy:lle työn mahdollistamisesta. Erityiset yläfemmat työn ohjaajille kehitysinsinööri Siru Rinteelle, työmaainsinööri Anne Julkulle ja lehtori Kimmo Sanille.

Espoossa 23.4.2015

Kauri Saari

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön toimeksiantaja	1
1.2	Opinnäytetyön tavoite ja rajaus	1
2	Rakentamisen laatu	3
2.1	Rakentamisen laadun osatekijät	3
2.2	Rakentamisen laatuvirheet ja niiden syntyminen	4
2.2.1	Aiheuttajatahot	7
2.2.2	Syyvirheet	8
2.3	Laadun merkitys	10
2.4	Laatukustannukset	12
2.5	Rakentamisen laadunhallinta ja auditointi	14
2.5.1	Työmaan laadunvarmistus	14
2.5.2	Viimeistelyvaiheen laatu	15
3	Laatumittari	18
3.1	Rakennusteollisuuden Laatupolku-hanke	18
3.2	Laatumittarin ominaisuudet	18
3.3	Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus	22
3.4	Haastattelu, Jani Kemppainen (Rakennusteollisuus RT ry)	24
4	Laatumittaus kohdetyömaalla	28
4.1	Laatumittauksen tarkoitus ja taustat	28
4.2	Laatumittauksen toteutus	28
4.3	Aikataulutilanteen vertailu kohdetyömaan suunnitelmiin	29
4.4	Laatumittauksen tulokset	30
4.5	Tulosten analysointi	31
4.6	Haastattelu, toimeksiantajan edustaja	33
5	Laatumittarin käyttö - prosessikaavio	37
5.1	Laatumittaus asuntotuotannossa	38
5.2	Laatumittaus toimitilatuotannossa	39
5.3	Yhtäläisyydet ja eroavaisuudet	40
6	Johtopäätökset	41
7	Yhteenveto	44

Liitteet

Liite 1. Haastattelusuunnitelma, Jani Kemppainen (Rakennusteollisuus RT ry)

Liite 2. Haastattelusuunnitelma, toimeksiantajan edustaja

Liite 3. Kohdetyömaan esittely (vain työn tilaajan käyttöön, ei sisälly kirjalliseen raporttiin)

Liite 4. Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus (vain työn tilaajan käyttöön, ei sisälly kirjalliseen raporttiin)

Liite 5. Aikatauluvertailu (vain työn tilaajan käyttöön, ei sisälly kirjalliseen raporttiin)

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan laadun mittaamista toimitilakohteen viimeistelyvaiheessa. Teorialuvut käsittelevät laadun osatekijöitä, laatuvirheitä, niiden syitä ja vaikutuksia, laadun mittaamista sekä työmaan viimeistelyvaihetta. Lähemmän tarkastelun alle ja tutkimuksen keskiöön otetaan Rakennusteollisuus RT ry:n ja Aalto-yliopiston yhteistyön tuloksena kehitetty Laatumittari. Mittari on suunniteltu työmaiden laadun mittaamiseen niin rakentamisen aikana kuin luovutukseen valmistautuessa. Opinnäytetyössä Laatumittarin käsittely on rajattu luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tehtävään mittaukseen. Tutkimuksen tilaajayritys YIT Rakennus Oy on kiinnostunut ensisijaisesti asuntorakentamisen tarpeisiin luodun Laatumittarin mahdollisuuksista ja sen hyödyntämisestä toimitilatyömailla. Opinnäytetyön tutkimusongelmana onkin ”Miten asuntorakentamisen käyttöön kehitetty Laatumittari soveltuu toimitilatyömaalle?” Tutkimuksen aikana toteutetaan Laatumittarin avulla mittaus YIT Rakennus Oy:n toimitilakohteessa. Mittausta varten Laatumittarin alkuperäisiä lomakkeita muokataan kohdetyömaalle soveltuviksi ja mittauksen tuloksista laaditaan yhteenveto ja raportoidaan niistä työmaan toimihenkilöille. Opinnäytetyö arvioi Laatumittarin hyödyllisyyttä laadun mittaamisen välineenä ja ottaa kantaa, miten sitä tulisi kehittää, jotta sen hyödynnettävyys toimitilakohteissa olisi parempi.

1.1 Opinnäytetyön toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi YIT Rakennus Oy. Työ tehdään toimitilarakentamisen liiketoimintaryhmälle. YIT Rakennus Oy on Suomen suurimpia rakennusliikkeitä ja aloittanut toimintansa vuonna 1912. Kiinteistötekniikan palvelut irtaantuivat YIT:stä vuonna 2013 omaksi pörssiyhtiökseen ja nykyisin YIT:n toimialoja ovat asunto-, toimitila- sekä infrarakentaminen. Suomen lisäksi yrityksen toiminta-alueeseen kuuluvat Venäjä, Baltian maat, Tšekki ja Slovakia. (YIT 2015.) Opinnäytetyön kohdetyömaata on kuvailtu liitteessä 3.

1.2 Opinnäytetyön tavoite ja rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia laadun mittaamista toimitilatuotannossa. Tarkoitus on kerätä yhteen tietoa rakentamisen laadusta ja sen mittaamisesta erityisesti toimitila-

rakentamisessa. Opinnäytetyö ei ota tarkemmin kantaa erityisesti asuntotuotannon puolella tapahtuvaan laadun mittaukseen. Tutkimus keskittyy pääasiassa työmaan viimeistelyvaiheeseen ja tässä tapahtuvaan laadun mittaamiseen. Rakentamisen aikainen laadun mittaaminen on rajattu työn ulkopuolelle.

Opinnäytetyön keskeisen tarkastelun kohteena on Rakennusteollisuus RT ry:n ja Aalto-yliopiston kehittämä Laatumittari. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Laatumittarin soveltuvuutta luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuvaan laadun mittaukseen toimitilatyömaalla. Viimeistelyvaihetta edeltävää Laatumittarin käyttöä opinnäytetyö ei käsittele. Laatumittarin käyttöä tarkastellaan erityisesti tilaajajärityksen näkökulmasta. Laatumittaria käsitellään tarkemmin luvussa 3.

Opinnäytetyö tutkii Laatumittarin ominaisuuksia ja mahdollisuuksia toimitilatuotannon käyttöä ajatellen. Näitä alueita arvioimalla opinnäytetyö pyrkii luomaan lähtötiedot tilaajajärityksen käyttöön Laatumittarin mahdollista myöhempää kehitystä tai jatkotutkimusta varten.

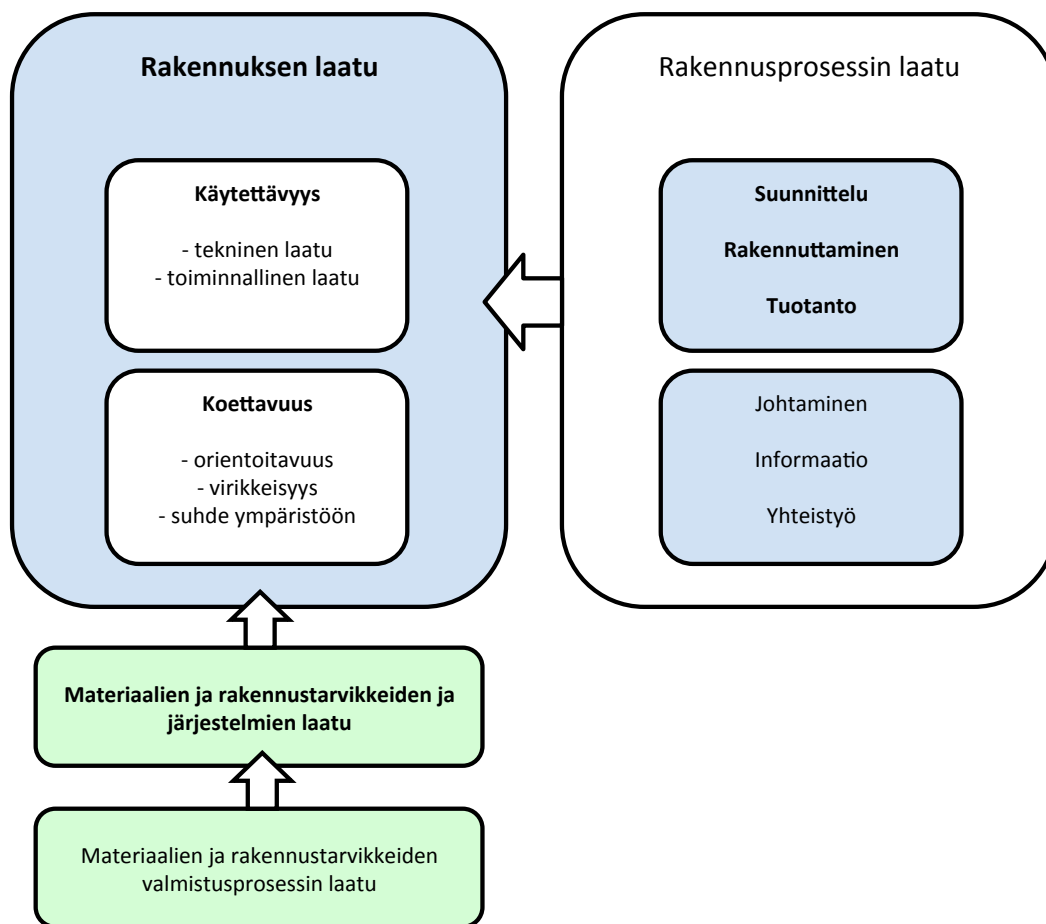
2 Rakentamisen laatu

Rakentamisen laatu on tänä päivänä vahvasti esillä julkisessa keskustelussa. Usein puhetta synnyttävät rakennuskohteissa esiintyvät laatuvirheet. Tästä esimerkkinä mainittakoon useissa medioissa uutisoidut koulujen ja päiväkotien sisäilmaongelmat. Myös muun muassa kiristyvät rakennusten energiatehokkuus- ja rakennustuotteiden kelpoisuusvaatimukset pakottavat alaa kiinnittämään tarkempaa huomiota tuottamaansa laatua kohtaan.

Alan yritysten lisääntyneitä toimia laadun parantamisen suhteen on havaittavissa. Esimerkiksi Rakennusteollisuus RT ry käynnisti vuonna 2011 hankkeen rakentamisen laatuasioiden parantamiseksi ja laatutietouden edistämiseksi alan keskuudessa.

2.1 Rakentamisen laadun osatekijät

Rakentamisen laatu koostuu rakennuksen ja rakennusprosessin laadusta. Rakennuksen eli lopputuotteen laatuun vaikuttaa toiminnallisen prosessin lisäksi käytettävien materiaalien, rakennustarvikkeiden ja järjestelmien sekä niiden valmistusprosessin laatu. Kuviossa 1 esitetään rakentamisen laadun muodostuminen sen osatekijöiden kautta. (Kankainen & Junnonen 2001: 26.)



Kuvio 1. Rakentamisen laadun osatekijät (muokattu lähteestä: Kankainen & Junnonen 2001: 26).

Lopputuotteen laatu voidaan jakaa sen käyttäjälle tuottamaan käytettävyyteen ja koettavuuteen. Käytettävyys sisältää rakennuksen teknisen ja toiminnallisen laadun. Koettavuus puolestaan muodostuu sen orientoitavuudesta, virikkeisyydestä ja suhteesta ympäristöön. Rakennusprosessin laatu sisältää suunnittelun, rakennuttamisen ja tuotannon laadun ja se rakentuu johtamisen, informaation ja yhteistyön laatuja kautta. Lopputuotteeseen päätyvien materiaalien, rakennustarvikkeiden ja järjestelmien laatu syntyy niiden valmistusprosessin laadun myötävaikutuksella. (Kankainen & Junnonen 2001: 25-26.)

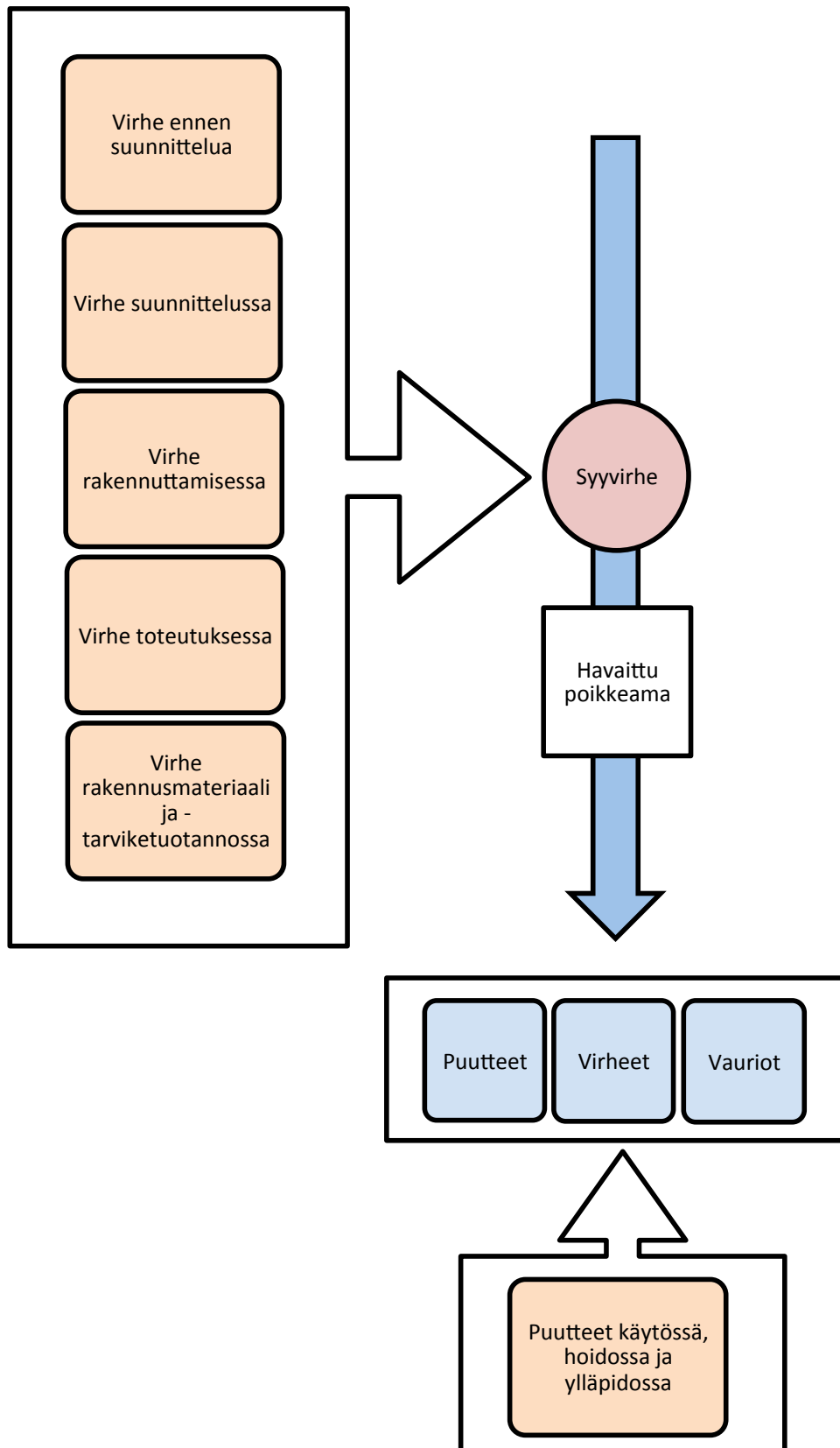
2.2 Rakentamisen laatuvirheet ja niiden syntyminen

Rakennusprosessin yhteydessä tapahtuvalla laatuvirheellä tarkoitetaan vaatimuksien tai ohjeiden vastaista toimintaa eli poikkeamaa niistä. Virheellistä toimintaa voi tapah-

tua kaikissa prosessin vaiheissa, kuten ennen suunnittelua tai sen aikana, rakennuttamisessa, toteutuksen aikana, materiaalien ja rakennustarvikkeiden tuotannossa tai rakennuksen käytön ja huollon aikana. (Kankainen & Junnonen 2001: 30.)

Kankainen ja Junnonen (2001) luokittelevat laatuvirhetyypit niiden ominaisuuksien mukaan puutteisiin, virheisiin ja vaurioihin. Näillä virhetyypeillä on erilaisia vaikutuksia; osa voi aiheuttaa rakenteellista vikaa tai rakenteiden hallitsematonta vanhenemista, kun taas esimerkiksi kosteustekniset ongelmat saattavat vaikuttaa vahingollisesti käyttäjän terveyteen. Valtaosa havaituista laatuvirheistä on rakennuksen ulkonäköä koskevia kosmeettisia rakenteiden pinnallisia vaurioita. (Kankainen & Junnonen 2001: 30.)

Kuviossa 2 on havainnollistettu laatupoikkeamien syntymistä rakentamisprosessin eri vaiheissa. Kuvioista nähdään, että havaitun laatupoikkeaman aiheuttaa syyvirhe, joka voi saada alkunsa virheellisen toiminnan seurauksena kaikissa rakennusprosessin vaiheissa. Poikkeama voi johtaa puutteeseen, virheeseen tai vaurioon. Myös puutteellinen rakennuksen käyttö voi aiheuttaa laatuvirheitä. (Kankainen & Junnonen 2001: 30.)



Kuvio 2. Laatuvirheiden aiheutuminen eri tekijöiden vaikutuksesta (muokattu lähteestä: Kan-kainen & Junnonen 2001: 31).

2.2.1 Aiheuttajatahot

Laatuvirheet aiheutuvat rakennuttamisen, suunnittelun ja tuotannon virheistä. Rakennuttamisen virheet syntyvät huonon rakennusprosessin johtamisen tai riittämättömän valvonnan seurauksena. Virheellinen rakennuttajan toiminta johtaa tyytymättömiin käyttäjiin, muutoksiin suunnitelmissa ja lisätöihin. Suunnittelun virheet johtuvat pääosin suunnitteluratkaisujen epäonnistumisesta, jolloin suunnitelma on mahdoton toteuttaa tai lopputuloksen tekninen toimivuus ei täytä sille asetettuja vaatimuksia. Tuotantovirheiden voidaan jaotella aiheutuvan materiaalitoimittajista, työntekijöistä ja aliurakoitsijoista, työnjohdosta, koneista tai laitteista, sekä muista tekijöistä, kuten säästä tai onnettomuudesta. Tuotannon virheet ilmenevät suunnitellun vastaisina rakenteina tai työn tuloksina. (Kankainen & Junnonen 2001: 31-32.)

Kankainen ja Junnonen (2001) muistuttavat, että vaikka laatuvirheisiin johtavia syitä ja niitä aiheuttavia tahoja on tutkittu laajasti, on yksiselitteisiä johtopäätöksiä hankala tehdä. Tähän vaikuttavat muun muassa tutkimusten toisistaan poikkeavat menetelmät, näkökulmat ja tiedon hankkimistavat. Taulukossa 1 esitetään eri tutkimusten tuloksia rakentamisprosessin aikana esiintyvien laatuvirheiden aiheuttavista tahoista. Taulukosta voidaan huomata, että urakoitsijat (mukaan lukien aliurakoitsijat) ovat olleet lähes kaikkien tutkimuskohteiden merkittävimmät laatuvirheiden aiheuttajat. Toiseksi yleisin laatuvirheiden aiheuttajataho on taulukon mukaan suunnittelija. Muita taulukossa esitettyjä virheiden aiheuttajatahoja ovat rakennuttaja, materiaalitoimittaja ja muut tahot. (Kankainen & Junnonen 2001: 32.)

Taulukko 1. Eri tutkimuksien tuloksia rakentamisen aikana havaittujen laatuvirheiden aiheuttajatahoista (muokattu lähteestä: Kankainen & Junnonen 2001: 32).

Tutkimus	Huomautus	Osuus mistä	Rakentamisen laatuvirheiden aiheuttajataho (%)				
			Rakennuttaja	Suunnittelija	Urakoitsija(t)	Materiaalitoimittaja	Muut
Herbert et al. (1969) Ruotsi	362 häiriötä	Häiriöiden lkm	5	23	30	10	32
Kullstedt ja Wirdeus (1976) Ruotsi	317 työmaata	Tuotantohäiriöiden lkm	8	14	33	18	27
Bonshor ja Harrison (1982) Englanti	1335 virhettä	Virheiden lkm		27	51	5	2
Burati ja Farrington (1987) USA	9 teollisuushankkeen 4216 poikkeamaa	Poikkeamien lkm		78	16	4	2
Lakka & Nykänen (1987) Suomi	Kysely 59 rakennusyritykselle	Vastausten lkm	7,5	15	66	7,5	4
Byggnads-inspektörer (1990) Ruotsi	100 rakennustarkastajan käsitys	Tarkastajien lkm	10	19	25		26
Josephson (1990) Ruotsi	1460 virhettä yhdessä hankkeessa	Kustannukset	3	20	54	20	3
		Virheiden lkm	1	24	55	14	4
Josephson & Hammarlund (1996) Ruotsi	7 hankkeessa 2879 virhettä	Kustannukset	6	26	45	17	6
		Virheiden lkm	5	23	56	11	5
Laine (1996) Suomi	1 hankkeen laatu-poikkeamien analysointi	Kustannukset	33	10	50	5	2

Suunnittelijoiden osuus laatuvirheiden aiheuttajana kasvaa, kun tutkitaan rakennuksen käyttöönoton jälkeistä aikaa. Taulukossa 2 on esitetty käyttöönoton jälkeen havaittujen laatuvirheiden aiheuttajatahoja. Taulukon mukaan suunnittelijoiden jälkeen yleisin laatuvirheen aiheuttaja on urakoitsija. Muut taulukossa esitetyt aiheuttajatahot ovat materiaalitoimittaja, käyttäjä ja muut tahot. (Kankainen & Junnonen 2001: 33.)

Taulukko 2. Tutkimuksien tuloksia rakennuksen luovutuksen jälkeen ilmenneiden laatuvirheiden aiheuttajatahoista (muokattu lähteestä: Kankainen – Junnonen 2001: 33).

Tutkimus	Huomautus	Osuus mistä	Rakentamisen laatuvirheen aiheuttajataho (%)				
			Suunnittelija	Urakoitsija(t)	Materiaalitoimittaja	Käyttö	Muut
CSTC (1976)	1200 vauriota	Vaurioiden lkm.	49	22	15	9	5
Tolstoy (1984) Ruotsi	378 raporttia		55	27	6	9	3
SBR (1988) Hollanti	430 virhettä	Lukumäärä	37	36	10	12	5
Pintér (1989) Unkari	10000 rakennusta	Kustannukset	43	43	6		8

2.2.2 Syyvirheet

Syyvirhe tarkoittaa konkreettisen laatuvirheenä havaittavaan laatu-poikkeamaan johtavaa puutteellista tai ohjeiden vastaista toimintaa. Varsinainen poikkeama ilmenee syy-

virheen aiheuttamana usein vasta monien vaiheiden jälkeen. (Kankainen & Junnonen 2001: 30-31.)

Taulukossa 3 esitetään tutkimuksen tuloksia, jotka kuvaavat laatuvirheiden ja virhekustannusten jakautumista inhimillisestä näkökulmasta. Yleisin syy virheiden aiheutumiseen oli huolimattomuus, jonka osuus virheiden kokonaismäärästä oli 59 %. Toiseksi yleisin syy oli puutteellinen tiedonkulku 18 %:n osuudella ja kolmanneksi yleisin puutteellinen kokemus ja osaaminen 16 %:n osuudella kokonaismäärästä. Muita syitä virheille olivat kiire neljän prosenttiyksikön ja tietoinen riskinotto kolmen prosenttiyksikön osuudella. Suurimman virhekustannusvaikutuksen omaava syyvirhe oli taulukon mukaan huolimattomuus, joka aiheutti kokonaisvirhekustannuksista 50 %. Puutteellinen kokemus ja osaaminen aiheuttivat virhekustannuksista toiseksi suurimman osan eli 29 %. Muiden syiden osuudet kokonaisvirhekustannuksista olivat puutteellinen tiedonkulku (12 %), tietoinen riskinotto (6 %) ja kiire (3 %). (Kankainen & Junnonen 2001: 32.)

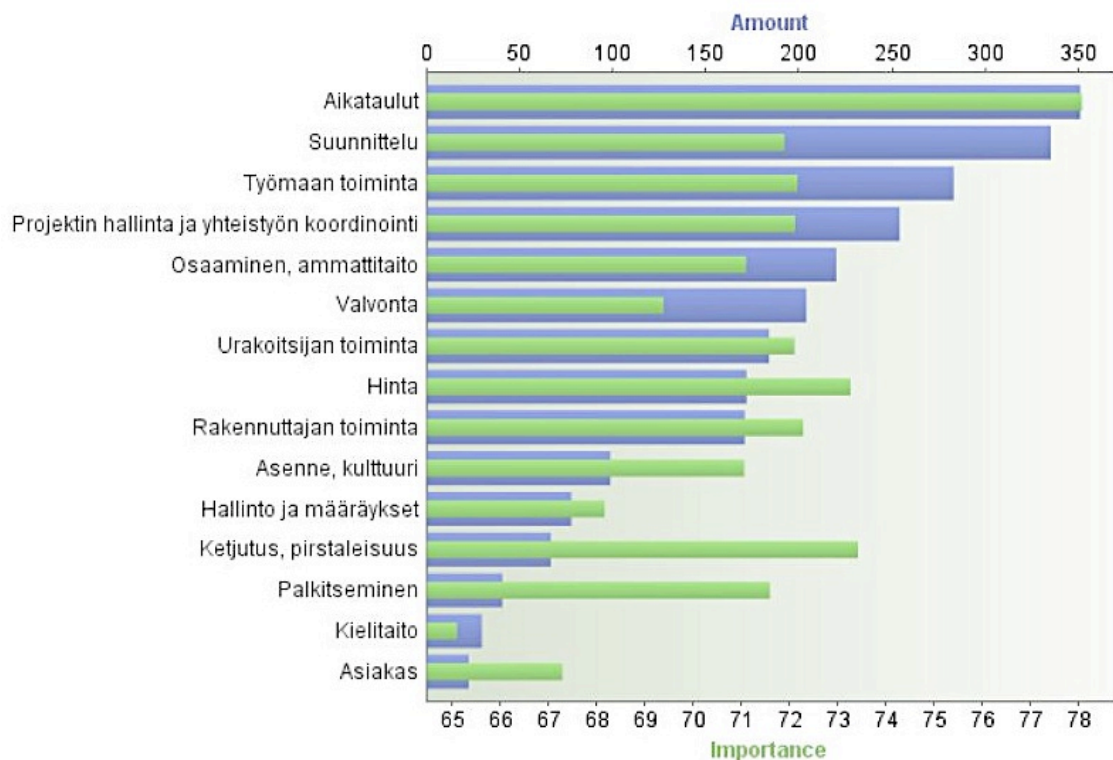
Taulukko 3. Laatuvirheiden inhimillisen syyluokituksen mukainen jakautuminen (muokattu lähteestä: Kankainen & Junnonen 2001: 32).

Syy	Prosenttiosuus virheiden lukumäärästä (kaikkiaan 2879 virhettä)	Prosenttiosuus virheiden aiheuttamasta kokonaisvirhekustannuksesta
Huolimattomuus	59	50
Puutteellinen kokemus ja osaaminen	16	29
Puutteellinen tiedonkulku	18	12
Kiire	4	3
Tietoinen riskinotto	3	6

Myös Rakennusteollisuus RT ry on tutkinut laatuvirheiden syitä. Rakennusteollisuus RT ry:n ja Rakentamisen laatu RALA ry:n toimeksiannosta järjestettiin kesäkuussa 2012 verkkopohjainen haastattelu, jolla kartoitettiin syitä rakentamisen laadun ongelmiin. Kyselyn toteutti Fountain Park Oy. Haastattelun otos koostui lähes tuhannesta rakennusalan ammattilaisesta, kuten suunnittelijoista, rakennuttajista, urakoitsijoista ja viranomaisista. (Laatuongelmien syitä ja ratkaisuehdotuksia. Verkkohaastattelun tulokset 2012.)

Taulukossa 4 on esitetty verkko-haastattelun tuloksia. Palkkidiagrammi kuvaa teemoittain vastanneiden mielestä tärkeimmät laatuongelmiin johtavat syyt. Kuhunkin teemaan liittyvien syiden yleisyys vastausten joukossa on esitetty sinisellä vaakapalkilla ja niiden tärkeys kehityskohteena, vastaajien mielestä, vihreällä palkilla. Kuvion mukaan yleisimpinä laatuongelmien syinä vastaajat pitivät aikatauluihin, suunnitteluun, työmaan toimintaan ja projektin hallintaan liittyviä tekijöitä. Aikatauluun liittyviä syitä mainittiin tutkimusaineistossa useimmin, noin 350 kertaa. Aikataulullisia syitä pidettiin myös tärkeimpinä kehityskohteina, niiden osuuden ollessa noin 78 %. (Laatuongelmien syitä ja ratkaisuehdotuksia. Verkkohaastattelun tulokset 2012.)

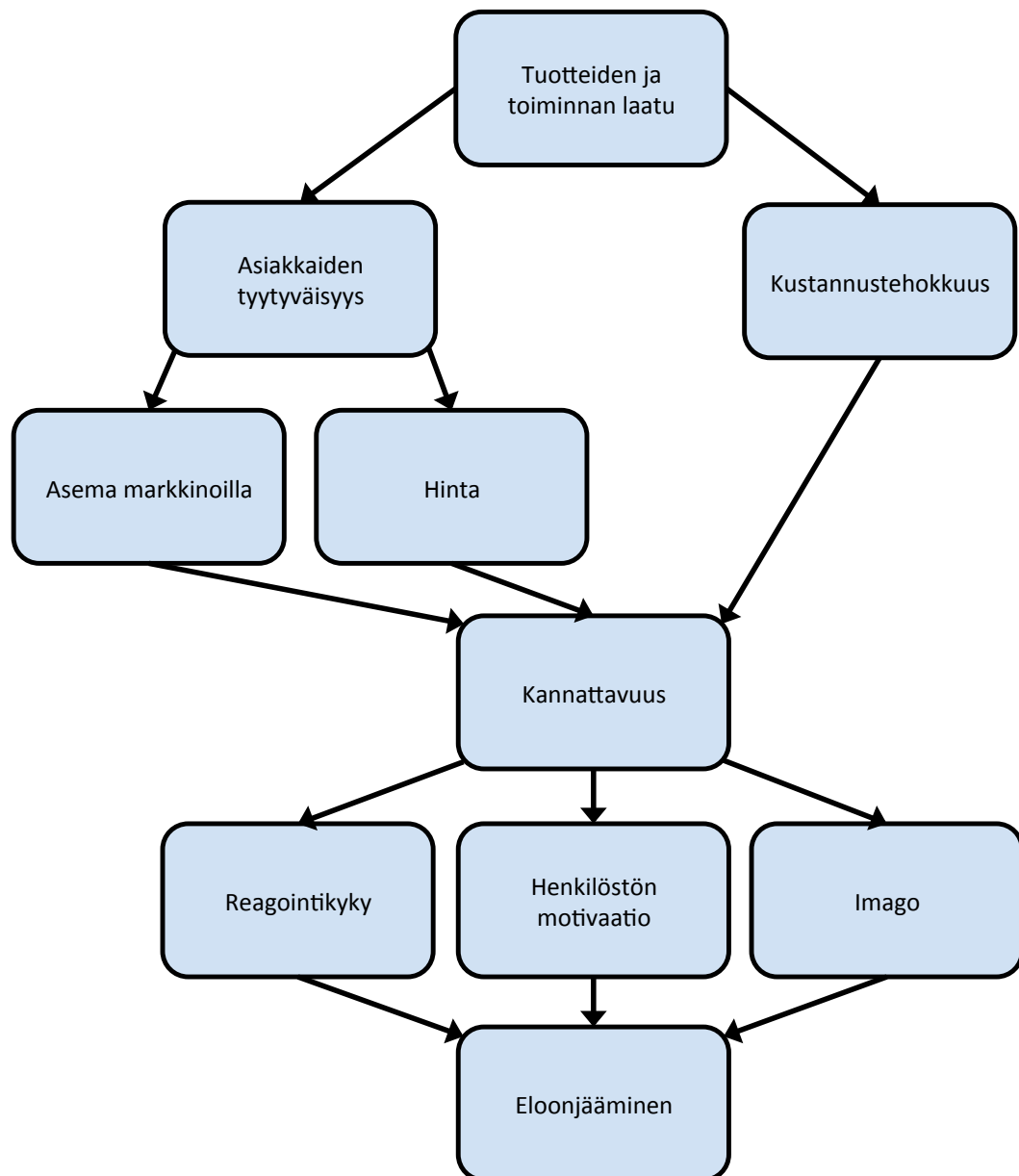
Taulukko 4. Rakentamisen laatuongelmiin johtavat syyt ja niiden tärkeys kehityskohteina (Laatuongelmien syitä ja ratkaisuehdotuksia. Verkkohaastattelun tulokset 2012).



2.3 Laadun merkitys

Laadulla on merkitystä yritykselle monella tavalla niin sisäisesti kuin markkinoillakin. Hyvää laatua kannattaa tavoitella esimerkiksi siitä syystä, että se on edullisempaa kuin epäonnistunut laatu. (Kankainen & Junnonen 2001: 24.)

Kuviossa 3 on havainnoitu, miten hyvä laatutaso vaikuttaa yritykseen. Kuvioista nähdään, että yrityksen tuotteiden ja toiminnan laadun vaikutuspiiriin kuuluvat kustannustehokkuus, asiakkaiden tyytyväisyys, asema markkinoilla, mahdollisuudet hinnoitteluun, liiketoiminnan kannattavuus, reagointikyky, henkilöstön motivaatio ja imago. Kaikilla näillä tekijöillä on viime kädessä vaikutusta yrityksen mahdollisuuksiin pysyä toimintakykyisenä. (Lecklin 2002: 25-27.)



Kuvio 3. Laadun merkitys yritykselle (muokattu lähteestä: Lecklin 2002: 26).

Yrityksen sisäisillä vaikutuksilla tarkoitetaan laadukasta toimintaa ja sen avulla tuotettuja onnistuneita tuotteita. Virheettömät tuotteet johtavat mataliin laatukustannuksiin ja yrityksen kustannustehokkuuden parantumiseen. (Lecklin 2002: 25-26.) Laadun aiheuttamia kustannuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 2.4.

Markkinavaikutuksilla viitataan asiakkaiden tyytyväisyyteen yrityksen tuottaman hyvän laadun johdosta. Tyytyväinen asiakaskunta on uskollinen yritykselle ja lisää yrityksen kysyntää viestimällä positiivisesti potentiaalisille uusille asiakkaille. Asiakastyytyväisyys lujittaa yrityksen markkina-asemaa ja yhdessä tuotteiden laadun kanssa mahdollistaa yritykselle kannattavampaa hinnoittelupolitiikkaa. (Lecklin 2002: 26.)

Positiiviset vaikutukset sekä yrityksen sisällä että markkinoilla edistävät liiketoiminnan kannattavuutta. Laadukas ja kannattava toiminta mahdollistavat saavuttamaan muun muassa kilpailuetua, nopeaa reagointikykyä ja joustavaa päätöksentekoa. Ne kasvattavat henkilökunnan motivaatiota ja luovat hyvää yrityskuvaa. Laadukkaalla toiminnalla on lopulta vaikutusta yrityksen toimintakykyyn ja eloonjäämismahdollisuuksiin. (Lecklin 2002: 27.)

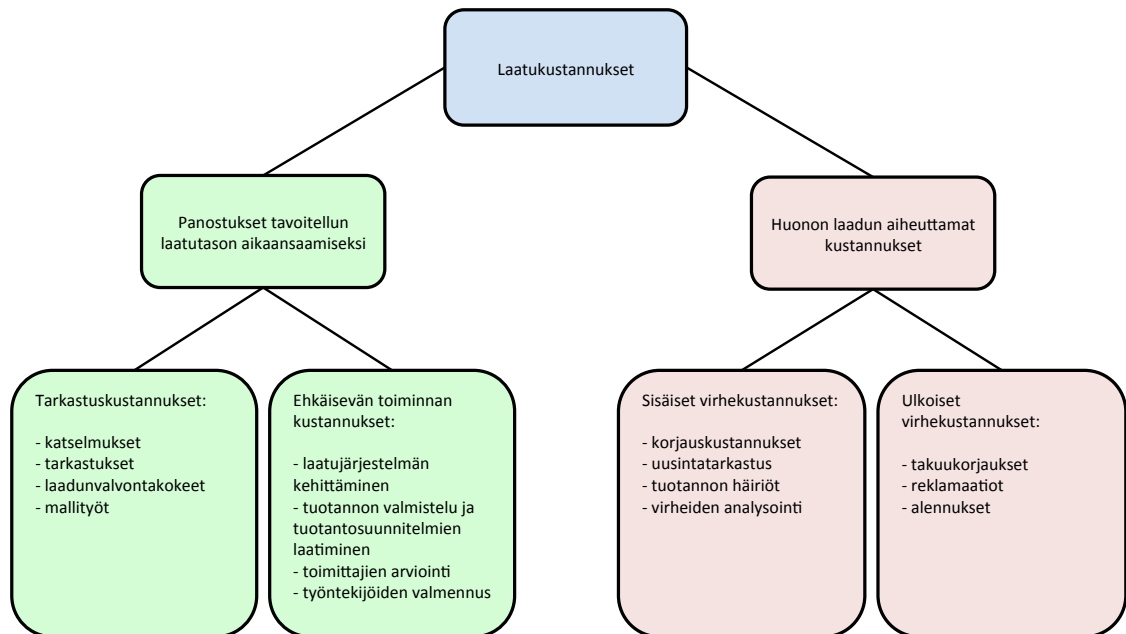
2.4 Laatukustannukset

Laadun aiheuttamat kustannukset voidaan jakaa hyvän laadun tavoittelemisen johdosta aiheutuviin ja huonon laadun kautta syntyviin kustannuksiin. Kuviossa 4 on esitetty ryhmittelytapa laatukustannusten aiheutumiselle edellä mainituista tekijöistä. (Kankainen & Junnonen 2001: 23.)

Tavoitellun laatutason saavuttamiseksi tarvittavista panostuksista aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa vielä tarkastuskustannuksiin ja ehkäisevän toiminnan kustannuksiin. Ehkäisevän toiminnan kustannuksia aiheuttavia menetelmiä ovat laatujärjestelmän kehittäminen, tuotannon valmistelu ja tuotantosuunnitelmien laatiminen, toimittajien arviointi ja työntekijöiden valmennus. Näillä toimenpiteillä tavoitellaan korjaustöiden välttämistä sekä minimoituja tarkastus- ja virhekustannuksia. Tarkastuskustannukset aiheutuvat katselmuksista, tarkastuksista, laadunvalvontakokeista ja mallitöistä, joilla valvotaan työn kerralla oikein tekemistä. (Kankainen & Junnonen 2001: 23.)

Huonon laadun aiheuttamat kustannukset on ositeltu edelleen sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin. Sisäiset virhekustannukset aiheutuvat virheistä, jotka havaitaan en-

nen, kuin tuote luovutetaan asiakkaalle tai seuraavalle työvaiheelle ja niiden vaatimista toimenpiteistä. Sisäiset virhekustannukset koostuvat korjauskustannuksista, uusintatarkastuksista, tuotannon häiriöistä ja virheiden analysoinnista. Ulkoiset virhekustannukset muodostuvat virheistä, jotka havaitaan vasta tuotteen eteenpäin luovuttamisen jälkeen. Ulkoisten virhekustannusten aiheuttajia ovat takuukorjaukset, reklamaatiot ja alennukset. (Kankainen & Junnonen 2001: 23.)



Kuvio 4. Laatukustannusten ryhmittely (muokattu lähteestä: Kankainen & Junnonen 2001: 23).

Laatuvirheitä ehkäisevä toiminta on tehokkain ja halvin laadunvarmistuksen menetelmä, jolla saavutetaan usein myös kestävimät tulokset laatukustannusten alentamisen kannalta. Ehkäisevällä toiminnalla ja sen kehittämällä, kuten laatujärjestelmään satsaamisella ja työntekijöiden kouluttamisella, on mahdollista laskea virhekustannuksia merkittävästi verrattuna vaadittavien investointien määrään. Ehkäisevien menetelmien ohessa on tarkastustoiminta kuitenkin tehokkuuden takia välttämätöntä. Sen avulla voidaan poistaa virheellisiä työsuorituksia, mutta se ei toisaalta yksinään riitä saavuttamaan pysyviä tuloksia, joiden perimmäisenä tavoitteena on välttää virheiden uusiutumista. (Kankainen & Junnonen 2001: 24.)

2.5 Rakentamisen laadunhallinta ja auditointi

Yrityksen luoma toimintajärjestelmä kuvaa menettelytavat laadun hallitsemiseksi. Toimintajärjestelmä sisältää toimintaohjeita, joita noudattamalla virheitä ei pääse synty-
mään. Toimintaohjeet perustuvat sekä yleisiin asetuksiin ja määräyksiin että yrityksen
sisäisiin työohjeisiin ja laadunvarmistuksen malleihin. Rakennusalan yritysten toiminta-
järjestelmissä huomioidaan hankekohtaisia erityispiirteitä. (Rakennustöiden laatu 2014
2013: 10.)

Auditointi on menettely, jolla tarkoitetaan dokumentoituja tarkastuksia ja mittauksia.
Niillä pyritään varmistamaan toimintajärjestelmän toimivuus ja kehittämään sitä. Audi-
toinnissa käytännön toteutusta verrataan suunniteltuihin, toimintajärjestelmässä kuvat-
tuihin toimintatapoihin. Näin suunnitellun vastaisia menettelyjä ja kehitystä vaativia osa-
alueita saadaan havainnoitua. (Rakennustöiden laatu 2014 2013: 10.) Tutkimuksessa
tarkasteltu Laatumittari, jota käsitellään tarkemmin luvussa 3, on tarkoitettu auditoinnin
välineeksi (Kempainen 2014).

2.5.1 Työmaan laadunvarmistus

Työmaalla tapahtuvalla laadunvarmistuksella pyritään varmistamaan tuotettavan laa-
dun vastaavuus suunniteltuun. Työmaan laadunvarmistuksen vaiheet ovat

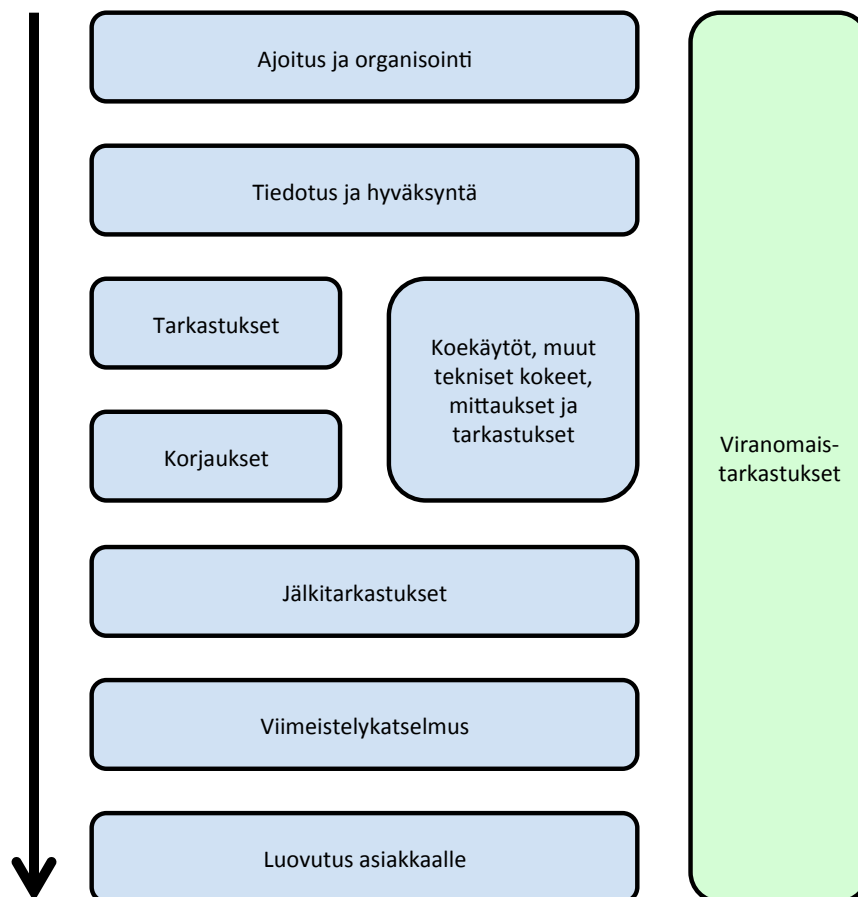
- halutun laatutason määrittäminen
- projektisuunnitelman laatiminen
- riskien arvioiminen ja torjuntatoimenpiteet
- tehtäväsuunnitelma
- aloituspalaveri
- mestan vastaanotto
- tehtävän seuranta
- mallikatselmus ja 1. mestan tarkastus
- tehtävän tarkastukset, testit ja mittaukset
- laadunvalvonta ja -ohjaus
- tehtävän vastaanotto (Rakennustöiden laatu 2014 2013: 18.)

Mallityö toimii konkreettisenä työn laadun tason mittarina. Ensimmäisenä valmistunees-
ta työkohteesta järjestetään mallikatselmus, jossa työn tekijä, vastaava mestari, valvoja
sekä suunnittelijat tarkastavat ja hyväksyvät yhteisesti työn jäljen. Tällöin seuraavien
osakohteiden laatua voidaan verrata kaikkien hyväksymään mallityöhön. (Rakennus-
töiden laatu 2014 2013: 18.)

2.5.2 Viimeistelyvaiheen laatu

Rakennushankkeen rakentamisvaihe päättyy vastaanottopäätökseen, jolloin valmiiksi rakennettu lopputuote luovutetaan ja sen käyttöönotto alkaa. Ajallisesti rakentamisvaiheen loppu ja käyttöönotto ovat limittyviä. Rakentamisvaiheen loppua kuvaavan luovutusaikataulun (ks. kuvio 6) laadinta sisältyy viimeistelyvaiheen ohjelmaan. (RT-ohjekortti RT 10-10387 Talonrakennushankkeen kulku 1989: 18.)

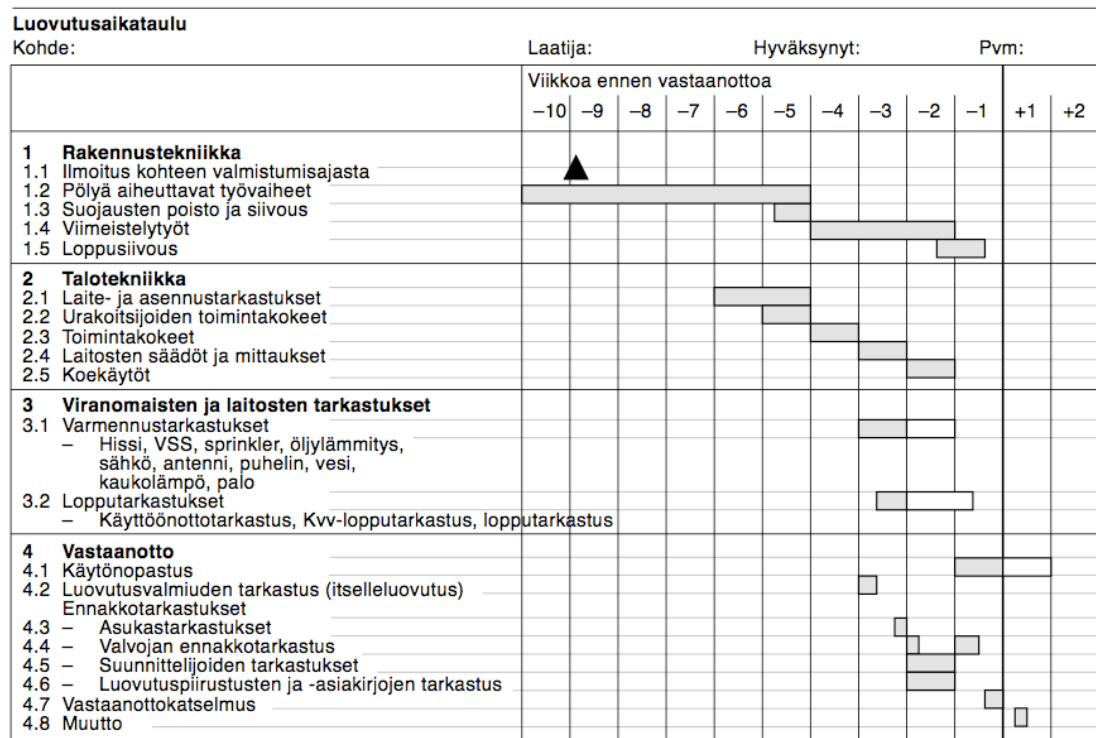
Rakennuksen hallittu luovutus edellyttää viimeistelyohjelman laatimista. Sen avulla pyritään varmistamaan kohteen virheetön ja oikea-aikainen luovutus. Viimeistelyohjelman vaiheita ovat luovutuksen ajoitus ja organisointi eli luovutusaikataulun laatiminen, suunnitelmasta tiedottaminen, osapuolten itselleluovutukset ja korjaukset, talotekniikan järjestelmien koekäytöt, teknisten kokeiden ja mittausten tekeminen, jälkitarkastusten tekeminen, viimeistelykatselmuksen pitäminen ja kohteen luovutus. Viimeistelyohjelman sisältö on esitetty kuviossa 5. (Lindberg ym. 2012: 40.)



Kuvio 5. Viimeistelyohjelman tehtävät (muokattu lähteestä: Lindberg ym. 2012: 40).

Yhtenä viimeistelyohjelman tehtävänä on laatia luovutusaikataulu, jossa kuvataan rakennuskohteen valmistumisjärjestys. Luovutusaikataululla kuvataan rakentamisvaiheen luovutusta edeltäviä noin kahta kuukautta. (Lindberg ym. 2012: 40–41.) Kuviossa 6 on esitetty esimerkki viimeistelyvaiheen aikataulusta, johon tulee sisällyttää jokaiseen viimeisteltävään alueeseen liittyvät

- omat tarkastukset
- mahdolliset asiakastarkastukset
- korjaustyöt tiloittain / urakoitsijoittain
- talotekniikan tarkastukset, mittaukset ja testit
- jälkitarkastukset
- vastaanottotarkastukset sekä
- viranomaistarkastukset. (Lindberg ym. 2012: 40.)



Kuvio 6. Esimerkki luovutusaikataulusta (Lindberg ym. 2012: 41).

Viimeistelyvaiheesta järjestetään erillinen palaveri. Palaveriin osallistuminen ja varautuminen virheiden korjaamiseen on vaadittu urakkasopimuksessa. Viimeistelypalaverissa luovutusvaiheen suunnitelmasta tiedotetaan hankkeen osapuolille ja käydään läpi viimeistelyn vaatimukset, organisointi ja vastuut. (Lindberg ym. 2012: 40.)

Itselleluovutuksessa urakoitsija laatii virhe- ja puutelistoja tilakohtaisesti. Niiden tarkoituksena on varmistaa viimeistelyn riittävä laatutaso tarpeeksi ajoissa. Virheluetteloilla saadaan ohjattua korjaustöitä, joiden onnistumista arvioidaan jälkitarkastuksissa. (Lindberg ym. 2012: 40.) Itselleluovutuksilla on muiden laadunvarmistustoimenpiteiden ohella tärkeä rooli takuuajana esiintyvien, pääosin pinnallisina vaurioina ilmenevien, virheiden ja niiden vaatimien korjausten minimoimisessa (Kankainen & Junnonen 2001: 34).

Talotekniikkajärjestelmien tarkastuksilla pyritään varmistamaan niiden oikea toimivuus. Työn aikana suoritettavan laite- ja asennustapatarkastuksen lisäksi järjestelmille tehdään viimeistelyvaiheessa luovutuksen valmistelu, jossa todetaan toimintakokeiden aloitusvalmius. Kokeiden aloitukselta edellytetään, että

- teknisten tilojen rakennustyöt ovat valmiit ja tilat alustavasti siivotut
- rakennuksen runko: seinät, katto, ikkunat ja ovet ovat paikoillaan
- koneet ja laitteet on asennettu
- jännite kulkee lopullista kaapelointia pitkin
- koneet ja laitteet on merkitty
- talotekniikkaurakoitsijat ovat paikalla. (Lindberg ym. 2012: 40-41.)

Kun edellä mainitut vaatimukset täyttyvät, voidaan järjestelmät koekäyttää. Ennen lopukatselmusta laitteistojen toiminta varmistetaan vielä tarkistusmittauksilla. (Lindberg ym. 2012: 40.)

3 Laatumittari

Laatumittari on työkalu laadun mittaamiseen. Ajatuksena sen kehityksen taustalla oli saada kvalitatiivinen laatu mitattavaan muotoon. Laatumittaria voidaan käyttää sekä rakentamisen aikaiseen että viimeistelyvaiheessa tapahtuvaan laadun auditointiin. (Kemppainen 2014.)

3.1 Rakennusteollisuuden Laatupolku-hanke

Rakennusteollisuus RT ry käynnisti vuonna 2011 Laatupolku-hankkeen, jonka parissa myös Aalto-yliopisto on toiminut vahvasti mukana. Yliopiston hankkeen alussa suorittamalla selvityksellä kartoitettiin laadun aiheuttamia kustannuksia ja asuntorakennustyömaiden yleisimpiä laatuvirheitä. Selvityksestä kävi ilmi, että laatuvirheet liittyvät suurelta osin viimeistelyvaiheen tehtäviin. (Rakennusteollisuus RT ry n.d.)

Hankkeen keskiössä ovat rakennusalan laatuasiat ja niiden tietoisuuden edistäminen alan toimijoiden parissa. Monimuotoinen Laatupolku-hanke käsittää muun muassa erilaisia selvityksiä ja sen tuloksena on syntynyt rakentamisen laatua ja sen mittaamista koskevia työkaluja, oppaita ja ohjeita. (Rakennusteollisuus RT ry n.d.)

3.2 Laatumittarin ominaisuudet

Laatumittari on yksi Laatupolku-hankkeen tuloksista. Se on ensisijaisesti asuntorakentamisen käyttöön tarkoitettu laadun mittaamisen työkalu. Laatumittari koostuu kolmesta erillisestä mittausmenetelmästä, joihin jokaiseen on luotu oma mittauslomake ja arvioinnin ohjeistus. Mittausmenetelmiä ovat rakentamisen aikana tehtävä laadun mittaus, luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus sekä työntekijöiden omavalvonta. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

Rakentamisen aikana tehtävän mittauksen tarkoituksena on havainnoida välillisiä laadun tekijöitä. Mittauskohteet ovat ulkoinen siisteys, materiaalihallinta, valmiin työn laatu ja laadunhallinnan toteutus. Keskeisenä ajatuksena on pitää havainnointi helppona, jolloin mittaaajan tietämys laatuvaatimuksista ei vaikuta tulokseen. Laatumittari sisältää ohjeistuksen, joka opastaa, missä tapauksissa mittauskohteelle merkitään positiivinen tai negatiivinen huomio. Mittauksen jälkeen merkinnät lasketaan yhteen ja saadaan

mittauksen lopputulos prosenttilukuna. Mittauksia on tarkoitus suorittaa kahden - neljän viikon välein ja yhteen mittaukseen on arvioitu kuluva aikaa noin 45 - 150 minuuttia. Kuviossa 7 on esitetty rakentamisen aikana tehtävän mittauksen havainnointilomake. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

TYÖMAAN AIKANA TEHTÄVÄ LAADUNMITTAUS

Rakennusliike					
Työmaan nimi					
Työ nro					
Päiväys					

MITTAUSKOHDTE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.	%
ULKOINEN SIISTEYS					
MATERIAALI-HALLINTA					
VALMIIN TYÖN LAATU					
LAADUNHALLINNAN TOTEUTUS					
	OIKEIN YHTEENSÄ		VÄÄRIN YHTEENSÄ		

TASO	$\frac{\text{OIKEIN (KPL)} \cdot 100}{\text{OIKEIN} + \text{VÄÄRIN (KPL)}}$	=	-----	*100 =		%
------	---	---	-------	--------	--	---

ERITYISEN HYVÄÄ		
KORJATTAVAA	VASTUUHENKIÖ	KORJATTU PVM

Kuvio 7. Mittauslomake työmaan aikana tehtävälle laadun mittaukselle (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012)

Laadunhallinnan toteutusmatriisi (ks. kuvio 8) on rakentamisen aikana tehtävän laadun mittauksen osana käytettävä apuväline. Sillä voidaan tarkastaa laadunhallinnan toteutus -osion vaihteita. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

TYÖMAAN AIKANA TEHTÄVÄ LAADUNMITTAUS LAADUNHALLINNAN TOTEUTUSMATRIISI

tulee olla tehtynä,	1 jos laatusuunnitelma edellyttää	2 aina	3 aina	4 jos tehtävä alkanut	5 jos tehtävä alkanut	6 jos tehtävä käynnissä
KÄYNNISSÄ OLEVAT TAI ALKAVAT TEHTÄVÄT	Tehtävä- suunnitelma tehty	Tehtävä aikataulutettu	Tehtävään valmistau- tuminen (tuotanto- suunnitelma tai aloituspalaveri)	Mallityö tehty ja hyväksytty	Mestari- tarkistukset tehty	Työkohde- tarkastus tehty

Kuvio 8. Laadunhallinnan toteutusmatriisi (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012)

Työntekijöiden omavalvontaa varten on luotu kuvion 9 mukaisia lomakkeita. Lomakkeet sisältävät valituille työlajeille asetettuja vaatimuksia sekä valmiin työn arviointiohjeen. Omavalvontaan valittuja työlajeja ovat laatoitus, mattotyöt, parketti- ja laminaattityöt, valmiiksi maalaus, listoitus, kalusteasennus sekä ovi- ja ikkuna-asennus. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

Laatoitus		
Alusta		
alusta on puhdas		<input type="checkbox"/>
alustan tasaisuus $\pm 4/2000$ mm		<input type="checkbox"/>
oikeat kaadot 1:50, 1:100		<input type="checkbox"/>
alustan kosteus		<input type="checkbox"/>
eri alusmateriaalien saumakohdat		<input type="checkbox"/>
Valmis työ		
suunnitelmien mukaiset materiaalit		<input type="checkbox"/>
tasaisuusvaatimus $\pm 3/2000$ mm		<input type="checkbox"/>
hammastukset		<input type="checkbox"/>
tartuntan alustaan		<input type="checkbox"/>
saumojen suoruus		<input type="checkbox"/>
pinnan puhtaus		<input type="checkbox"/>
pinnan ulkonäkö		<input type="checkbox"/>
suojaus		<input type="checkbox"/>
Valmiin pinnan arvostelu		
<p>Valmiin pinnan arvostelun perusteena on laatoitetun pinnan ulkonäkö, pinnan yhdenmukaisuus ja ulkonäössä esiintyvät puutteet. Laatoituksen ulkonäön tulee olla tasalaatuinen, eikä siinä saa olla häiritseviä hammastuksia. Laatoituksen saumoissa huomioidaan laattojen mittapoikkeamien vaikutus. Yhtenäisillä sekä viereisillä pinnoilla saumojen leveyksien on oltava yhdenmukaisia. Saumaukset eivät saa värjätä tai vaurioittaa laatoitusta.</p>		

Kuvio 9. Esimerkki työntekijöiden omavalvontaa varten laadituista lomakkeista (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012)

3.3 Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus

Laatumittari sisältää ohjeistuksen ja mittauslomakkeen viimeistelyvaiheen laadun mittausta varten. Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuvalla mittauksella pyritään varmistamaan rakennuksen oikea-aikainen ja virheetön luovutus asiakkaalle. Mittauksessa havainnoidaan työmaan luovutuksen suunnittelua, aikataulutilannetta, laatuvaikutelmaa ja valmiin työn laatua. Näitä mittauskohteita arvioimalla pyritään löytämään työmaan mahdolliset puutteet ja muut kohteen luovutukseen vaikuttavat seikat. Mittauskohteiden havainnointia varten lomakkeen liitteeksi on luotu ohjeistus työlajien arviointikriteereistä. Kuten työmaan aikana tehtävän laadunmittauksen kanssa, myös viimeistelyvaiheen mittauksen ohjeistus kertoo, milloin mittauskohde ansaitsee virhe-merkinnän. Mittaus on tarkoitus suorittaa vain kerran, ohjeistuksen mukaan noin kolme kuukautta ennen luovutusta. Kuviossa 10 on esitetty luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuvan mittauksen mittauslomake ja kuviossa 11 on esimerkki lomakkeen liitteenä olevasta arviointiohjeesta. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

LUOVUTUKSEEN VALMISTAUTUMISEN YHTEYDESSÄ TAPAHTUVA MITTAUS

Rakennusliike					
Työmaan nimi					
Työ nro					
Päiväys					

MITTAUSKOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.	%
LUOVUTUKSEN SUUNNITTELU					
AIKATAULU-TILANNE PORTAITTAIN					
LAATUVAIKUTELMA					
VALMIIN TYÖN LAATU ASUNNOITTAIN					
	OIKEIN YHTEENSÄ		VÄÄRIN YHTEENSÄ		

TASO	$\frac{\text{OIKEIN (KPL)} \cdot 100}{\text{OIKEIN} + \text{VÄÄRIN (KPL)}}$	=	-----	*100 =		%
------	---	---	-------	--------	--	---

ERITYISEN HYVÄÄ		
KORJATTAVAA	VASTUUHENKILÖ	KORJATTU PVM

Kuvio 10. Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuvan mittauksen havaintolomake (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012)

Mittauskohteet	Havainnot	Hyväksymisperusteet
LUOVUTUKSEN SUUNNITTELU - luovutukseen liittyvien valmiuksien tilanne	- yksi merkintä jokaisesta toimenpiteestä	- luovutussuunnitelma on tehty - itselleluovutukset on aloitettu (omat/aliurakoitsija) - viemäreiden koekäytöt on tehty - lattiakaatojen testaukset on tehty - kohteen lämpökuvaus on tehty tarvittaessa - ilmantiiviysmittaus on tehty tarvittaessa - äänimittaukset on tehty tarvittaessa - LVISA yhteiskoekäyttö on aikataulutettu - luovutusaineiston ja huoltokirjan kokoaminen on aloitettu - puhelinliittymät hissiin sekä väestönsuojaan on tilattu - asukastarkastusten ajankohta on sovittu
AIKATAULUTILANNE PORTAITTAIN - keskeisten työläjien valmiusaste aikatauluun nähden	- yksi merkintä portaittain jokaisesta työläjistä - ovi- ja ikkuna-asennus - kaluste- ja laiteasennus, kuivat tilat - kaluste- ja laiteasennus, märkätilat - valmiiksimaalaus - laatoitus - mattoasennus - parketti- ja laminaattiasennus - listoitus - parvekelasitukset - sähköasennukset - putkiasennukset - IV-asennukset - pihatöiden viimeistely	- työläjin valmius on riittävän hyvä, jotta kohteen oikea-aikainen luovutus on mahdollinen. Merkintä tehdään jokaisesta portaasta (pl. pihatytöt)
LAATUVAIKUTELMA	- yksi merkintä jokaisesta alueesta. Alueena voi olla porrastaso tai ulkoalue	- alueen laatuvaikutelma ja yleinen siisteys on hyvä
VALMIIN TYÖN LAATU ASUNNOITTAIN - keskeisten työläjien havaitut puutteet ja virheet.	- yksi merkintä asunnoittain jokaisesta työläjistä	- työläjeissa ei ole havaittavissa puutteita tai virheitä. Merkintä tehdään työläjeittäin jokaisesta valmiista asunnosta. Havaitut asuntokohtaiset puutteet kirjataan ylös asunnoittain.
	- ovi- ja ikkuna-asennus	- lasit eheät - karmit vaurioitumattomat - ikkunoiden ja ovien käynti moitteeton - helat asennettu ja moitteettomat - ikkunat ja ovet naarmuttomat - viereiset rakenteet eheät - kynnykset asennettu ja moitteettomat - ikkunat ja ovet tilkitty, tiivistetty sekä saumattu moitteettomasti - listat asennettu ja moitteettomat - karmien tulpat asennettu
	- kaluste- ja laiteasennus	- ovien välinen saumarako tasalevyinen - ovien ylä- ja alareunat tasaiset - pinnat ovat eheät

Kuvio 11. Ohjeistus mittauskohteiden arviointiin (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012)

Luovutuksen suunnittelun arvioinnissa havainnoidaan työmaan viimeistelyvaiheeseen liittyviä tehtäviä ja suunnitelmia. Tässä selvitetään esimerkiksi, onko työmaalle laadittu luovutussuunnitelmaa, onko työmaalla suoritettu vaadittavia käyttökokeita ja onko asukastarkastusten ajankohdasta sovittu. Hyväksymisperusteena jokainen suoritettu toimenpide oikeuttaa positiiviseen merkintään. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

Aikataulutilannetta arvioidessa selvitetään työläjien valmius luovutusajankohtaan nähden. Havainnoitaviksi valitut työläjit ovat viimeistelyn kannalta olennaisia, pääasiassa valmiiseen pintaan liittyviä. Arvioitavia työläjeja ovat esimerkiksi ovi-, ikkuna- ja kalusteasennukset, valmiiksimaalaus, laatoitus ja talotekniset asennukset. Hyväksymispe-

rusteen mukaan oikein-merkintä kirjataan työlajien kohdalle, joiden valmius on riittävän hyvä, jotta kohteen oikea-aikainen luovutus on mahdollinen. Arviointi ohjeistetaan suoritettavaan portaittain. Pihatöiden tilanne on tarkoitus jättää aikataulutilanteen arvioinnin ulkopuolelle. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

Laatuvaikutelman arvioinnissa työmaa jaetaan alueisiin esimerkiksi porrastasojen, ulkoalueiden tai työmaan lohkojaon mukaan. Mittauksessa otetaan kantaa alueiden yleiseen siisteyteen ja työn jäljen laatuvaikutelmaan. Mittaaja punnitsee jokaisen alueen kohdalla, onko laatuvaikutelma riittävä positiivisen merkinnän kirjaamiseen. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

Valmiin työn laadun arvioinnissa selvitetään valittujen viimeistelyvaiheen työtehtävien laadun tasoa. Työlajeja ovat muun muassa ovi- ja ikkuna-asennus, kalusteasennus, valmiiksi maalaus, listoitus, laatoitus ja mattoasennus. Havainnointi on tarkoitus suorittaa asunnoittain, jolloin jokainen työlaji arvioidaan jokaisen valmiin asunnon kohdalla. Mittauslomake käsittää ohjeistuksen työlajien laadun arvioinnille. Valmiin työlajin laatu katsotaan hyväksytyksi, kun se täyttää laadulle asetetut vaatimukset, eikä työn jäljessä esiinny virheitä. Mahdolliset havaitut puutteet tulee kirjata muistiin asuntokohtaisesti. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

Laatumittauksen suorittamisen jälkeen tulee havainnot laskea yhteen, jolloin tuloksena saadaan prosenttilukemat sekä koko mittauksesta yhteensä että mittausalueittain. Lisäksi on syytä analysoida havaittuja puutteita ja ylös kirjattuja huomioita. Saadun informaation avulla voidaan kohdistaa huomiota ja korjaustoimenpiteitä niitä vaativille osa-alueille. (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012.)

3.4 Haastattelu, Jani Kemppainen (Rakennusteollisuus RT ry)

Tutkimusta varten haastateltiin Laatumittarin kehityksessä mukana ollutta Rakennusteollisuus RT ry:n asiamies Jani Kemppaista 19.12.2014. Haastattelun avulla kartoitettiin tietoa Laatumittarin käytöstä ja kehityksestä keskittyen erityisesti toimitilatutuotannon näkökulmaan ja viimeistelyvaiheen laadun mittaamiseen. Haastattelulla haluttiin saada informaatiota tutkimuksen teoriaosuuden täydentämistä varten. Lisäksi sillä haluttiin selvittää Laatumittariin kohdistetun kehitystyön määrää ja laatua. Haastattelun aihealueita olivat Laatuspolku, Laatumittarin synty ja kehitys, Laatumittarin käyttö toimitilatuo-

tannossa ja luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva laatumittaus. Haastattelussa esitetyt kysymykset ovat nähtävillä liitteessä 1.

Haastattelun tuloksena ilmeni, että Laatumittari on luotu vastaamaan tarvetta saada laadusta mitattava määre. Lähtökohtaisesti hankalasti mitattava kvalitatiivinen laatu on Laatumittarissa pyritty tekemään määrämuotoiseksi. Laatumittari on muotoiltu työturvallisuusmittauksiin käytettävää TR-mittaria mukaillen käyttäjäystävälliseksi ja tutuksi alustaksi. Ensisijaisena tarpeena Kemppainen piti työmaan ongelmakohtien tiedostamista ja systemaattisten virheiden eliminoimista. Hänen mukaansa tämä on tärkeämpää, kuin analysoida mittauksen lopputuloksena saatavaa prosenttilukua, jonka suuruus on riippuvainen muun muassa käynnissä olevasta työvaiheesta. Kemppainen ei pitänyt suositeltavana Laatumittarin käyttöä tulokannustetun laatumittauksen työkaluna, sillä tämä voisi johtaa esimerkiksi virheiden tahalliseen huomiotta jättämiseen. Hän painotti, että Laatumittarin käytön tulee perustua muihin motivaattoreihin.

Laatumittari tilattiin Laatupolku-ohjelman yhteydessä ja sen päävastuullisena kehittäjänä toimi Aalto-yliopiston Juha-Matti Junnonen. Kehitystyössä oli mukana myös Rakennusteollisuus RT ry:n jäsenyrityksiä, jotka suorittivat mittarin pilottivaiheen testausta ja antoivat palautetta. Mittarin kehitys on Kemppaisen mukaan kohdistunut pääosin sen sisältämän käyttöohjeistuksen tarkentamiseen. Myös Laatumittarin sähköiset sovellukset ovat olleet käsittelyssä; Rakentamisen laatu RALA ry:n internet-sivuilla on julkaistu selaimessa toimiva mittauslomake, joka tuottaa mittauksesta Excel-muotoisen dokumentin. Lisäksi jotkin mobiilisovelluksia valmistavat yritykset ovat luoneet Laatumittarista omat versionsa. Kemppainen sanoo, että Rakennusteollisuudessa pyritään pitämään Laatumittarin sisältö yhteneväisenä, mutta muutoin mobiilityökalujen kehittäjät toimivat itsenäisesti. Rakennusteollisuus RT ry:llä ollaan kuitenkin avoimia yhteistyöhön kaikkien kanssa. Mobiilikäytön etuna Kemppainen pitää työmäärän vähenemistä ja näin ollen mittauksen mielekkäämpää suorittamista. Kemppaisen mukaan Laatumittarin käytön yleistymistä toivotaan ja siitä pyritään tarjoamaan tietoa.

Laatumittarin kehitysvaiheessa taustatietoina selvitettiin laatuvirheiden luonnetta ja virhetyyppien yleisyyttä. Rakennusteollisuus RT ry suoritti takuukustannuskyselyn, jossa tiedusteltiin muun muassa yleisimpiä laatuvirheitä. Saatuja tuloksia verrattiin 1990-luvun tavanomaisimpiin virheisiin ja ilmeni, että virheiden luonne on pysynyt vuosien saatossa samanlaisena. Takuukustannuskyselyn mukaan useimmin esiintyvät virheet liittyvät viimeistelyvaiheen työtehtäviin, kuten ovi- ja ikkuna-asennuksiin, kalusteen-

nuksiin sekä maalipintojen viimeistelyyn. Kyselyn pohjalta laadittiin listatyökalu ja Laatumittariin valittiin listan mukaisia, yleisiä työlajeja. Kemppaisen mukaan näihin keskittymällä saadaan määrällisesti paljon virheitä eliminoitua ja parhaiten tulosta aikaan.

Laatumittaria kehitettäessä sen käyttöä toimitilatuotannossa ei erityisesti huomioitu. Mittari tuotettiin asuntorakentamisen näkökulmasta ja pilotoitiin asuntorakennustyömaila, mutta erityistä syytä sen soveltumattomuudelle toimitilarakentamisessa ei keksitty. Kemppainen näkee, että mittarin onnistunut käyttö on ensisijaisesti kiinni mittajaan suostuttamasta työmaan aluejaottelusta ja tarkasteltavien tilojen sekä työvaiheiden valinnasta. Hänen mukaansa työmaan ominaispiirteet eivät rajoita mittarin käyttöä, kunhan mittaja omaksuu mittauksen päämäärän ja tietää, minkälaisia asioita sillä halutaan selvittää.

Mittarin julkaisun jälkeen sen kehitys on näkynyt pääasiassa ohjeistuksen täsmentymisessä. Kemppainen sanoo, että saatua palautetta seurataan ja tämän pohjalta Laatumittariin voidaan tarvittaessa tuoda päivityksiä.

Laatumittarin käytön yleisyydestä ei Rakennusteollisuus RT ry:n toimesta ole kerätty tietoa. Mittari on vapaasti ja maksuttomasti kaikkien saatavilla järjestön internet-sivujen kautta. Kemppaisen mukaan Rakennusteollisuus keskittyy vuonna 2015 vahvasti rakentamisen laatuasioihin ja pyrkii lisäämään kiinnostusta ja huomiota laatua kohtaan. Hän pitää myös mahdollisena toimia Laatumittarin käyttöasteen tarkemmalle selvitykselle.

Laatumittarista saatu palaute on ollut Kemppaisen mukaan pääasiallisesti tarkentavia kysymyksiä, koskien esimerkiksi laadun arvioinnin tarkkuustasoa. Palaute on ollut samanlaista sekä asunto- että toimitilatuotannon osalta. Kemppainen sanoo, ettei palautteen perusteella ole ilmennyt kehitystä kaipaavia kriittisiä seikkoja. Hän uskoo, että yhtäläisyydet TR-mittarin kanssa helpottavat ja selkeyttävät Laatumittarin käytön omaksumista.

Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus on otettu osaksi Laatumittaria, jotta luovutus asiakkaalle olisi mahdollisimman onnistunut ja virheetön. Kemppainen sanoo, että viimeistelyvaiheen mittauksen tarjoama hyöty on riippuvainen siitä, missä vaiheessa mittaus tehdään. Hyvin myöhäisessä vaiheessa suoritettuna luovutusta edeltävä mittaus toimii lähinnä toteavana. Ihanteellinen mittauksen ajankohta olisi

riittävän aikainen, jotta ehdittäisiin reagoimaan mittauksessa ilmenneisiin puutteisiin. Kemppainen kuitenkin muistuttaa, ettei viimeistelyvaiheen mittauksen ajankohta vastaa työmailla kovinkaan usein ideaalitulannetta. Porrastetusti eri aikoihin valmistuvien samanlaisten osakohteiden tai työvaiheiden kanssa luovutukseen valmistautumisen vaiheessa tapahtuvaa mittausta voitaisiin Kemppaisen mukaan hyödyntää mahdollisten systemaattisten virheiden välttämiseen.

Laatumittarissa jokainen mittausmerkintä vaikuttaa lopputulokseen samanarvoisesti riippumatta huomion vakavuudesta tai siitä, onko merkintä positiivinen vai negatiivinen. Tällöin yhden mittausmerkinnän painoarvo on sitä suurempi mitä pienempi on merkin-
töjen kokonaismäärä. Tähän seikkaan ei kuitenkaan ole syytä takertua, vaan Kemppai-
sen mukaan tärkeintä on keskittyä virhemerkintöjen aiheuttajiin ja niiden korjaamiseen.

Rakennustyömaan viimeistelyvaiheessa laaditaan vika- ja puutelistoja lähtökohtaisesti kaikissa kohteissa. Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä suoritettavan mittauk-
senkin osana on tarkoitus arvioida valmiin työn laatua. Kemppainen sanoo, ettei ole kannattavaa tehdä Laatumittarin tähden puutelistakierrosta useaan otteeseen. Hän näkeekin Laatumittarin sisältämän työlajilistauksen ja arviointiohjeistuksen hyvänä poh-
jana yrityksille, joilta ei vielä löydy omaa kattavaa toimintajärjestelmää. Suurimmat ra-
kennusyritykset voivat hyödyntää Laatumittaria esimerkiksi toimintatapojen yhtenäis-
tämisessä. Kemppainen muistuttaa, että parantamalla aliurakoitsijatoissa toimivien
pienempien yritysten toimintatapoja, edistetään myös pääurakoitsijayritysten tuloksel-
lisuutta.

Aikataulutilanteen mittauksessa Laatumittari ohjeistaa arvioimaan, onko työlajien val-
mius riittävän hyvä kohteen oikea-aikaisen luovutuksen mahdollistamiseksi. Kemppai-
sen mukaan aikataulussa kulkemisella on suora yhteys niin työmaalla tuotettuun laa-
tuun kuin kustannuksiin ja työturvallisuuteenkin. Kemppainen sanoo, että on tärkeää
pyrkä jättämään virhealttiiden viimeisten työvaiheiden korjaamiseen tarvittava aika
kiireen välttämiseksi.

4 Laatumittaus kohdetyömaalla

4.1 Laatumittauksen tarkoitus ja taustat

Opinnäytetyötä varten toteutettiin luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva laatumittaus. Mittauksen avulla tutkittiin Laatumittarin käyttöä kohdetyömaalla ja arvioitiin sen ominaisuuksia. Mittarista haluttiin saada kokemusperäistä tietoa ja havaintoja sen soveltuvuudesta toimitilatuotannon käyttöön.

Laatumittari on kehitetty ensisijaisesti asuntotuotannon tarpeita huomioiden. Tutkimuksessa tehty laatumittaus toteutettiin YIT Rakennus Oy:n toimitilatyömaalla, jolloin mittarin alkuperäisiin lomakkeisiin jouduttiin tekemään muutoksia. Muutosten avulla lomakkeet saatiin vastaamaan paremmin työmaan ominaispiirteitä.

4.2 Laatumittauksen toteutus

Mittaukseen valmistauduttiin laatimalla alkuperäisistä mittauslomakkeista nimenomaiselle kohdetyömaalle soveltuvat versiot. Muutoksia aiheuttivat kohteen laajuus ja monimuotoisuus. Laatumittarin ollessa asuntorakentamisen tarpeisiin suunniteltu, täytyi lomakkeiden sisältöä, mittauskohteita ja hyväksymisperusteita, muokata kohteen ominaisuuksia vastaaviksi. Alkuperäisen mittauslomakkeen luovutuksen suunnittelun arviointiosioon lisättiin havainnoitavia kohteita kohdetyömaan ominaisuuksien mukaan. Aikataulutilanteen arviointiin lisättiin mittauskohteita työmaan työvaiheita mukaillen. Laatuvaikutelman arvioinnissa mitattavat alueet jaettiin työmaan mukaisiin kerroksiin ja lohkoihin. Alkuperäisen lomakkeen valmiin työn laadun arvioinnissa mittaus ohjeistettiin tekemään portaittain. Aluejako muutettiin tilakohtaiseen muotoon, sillä kohdetyömaa ei käsittänyt lainkaan asuntoja, vaan erikokoisia ja eri tavoin varusteltuja toimisto- ja liiketiloja. Mittausta varten muokatut lomakkeet ovat nähtävillä liitteessä 4.

Mittaus toteutettiin kahdessa osassa. Ensimmäisenä tehtiin havaintokierros työmaalla, jossa käytiin läpi laatuvaikutelman ja valmiin työn laadun mittaaminen. Kohteen laajuudesta johtuen valmiin työn laadun arviointia ei toteutettu erikseen jokaisessa tilassa. Yhdestä toimitilatilasta sisältävästä kerroksesta arvioitiin jokainen tila. Tämän jälkeen työmaalla havainnoitiin pistokoemaisesti kaksi satunnaisesti valittua tilaa jokaisesta kerroksesta ja lohkoista. Kuviossa 12 on esitetty esimerkki toteutetusta tilavalinnasta

tailussa käytettiin aikataulujen viimeisimpiä revisioita. Arviointi suoritettiin jokaisen työ-
lajin kohdalla yhdessä kyseisestä alueesta vastuussa olevan työnjohtajan kanssa.

Laadittuun taulukkoon merkittiin työläjien kohdalle niiden aikataulun mukainen suunnit-
teltu valmistumisaika viikkoina, työnjohtajan arvio mittaushetken valmiusasteesta sekä
havainnollistettiin tulosta värikoodilla. Mittaushetkellä valmiit ja aikataulussa kulkevat
työläjit merkittiin vihreällä korostusvärillä. Vastaavasti mittaushetkellä myöhässä edis-
tyvät tai aloittamattomat työläjit korostettiin punaisella värillä. Myöhästyvien työläjien
kohdalla esitettiin viikkoina poikkeaman suuruus suunnitellusta valmistumisajankohdas-
ta. Alueeseen kuulumattoman työläjin kohdalla tyhjä ruutu väritettiin oranssilla. Taulu-
kossa 5 on esimerkki aikataulutilanteen arvioinnista työmaan aikatauluihin vertailemal-
la. Aikatauluvertailua varten luotu taulukko ja tulokset ovat nähtävillä liitteessä 5.

Taulukko 5. Esimerkki aikataulutilanteen vertailusta työmaan suunnitelmiin (muokattu liittees-
tä 5)

Työläjit	Alue 1			Alue 2			Alue 3			Alue 4		
	Suunniteltu valmistumis ajankohta	VA%	Aikataulu tilanne	Suunniteltu valmistumis ajankohta	VA%	Aikataulu tilanne	Suunniteltu valmistumisa jankohta	VA%	Aikataulu tilanne	Suunniteltu valmistumis ajankohta	VA%	Aikataulu tilanne
Puuviasennus	Vko 27	98%	-11 viikkoa	Vko 27	92%	-11 viikkoa						
Metallioviasennus	Vko 25	95%	-13 viikkoa	Vk 23	85%	-15 viikkoa						
Ovien lukitus ja heloitus	Vko 40	85%	Ok	Vko 39	70%	Ok						
Kaluste- ja laiteasennus, kuivat tilat	Vko 21	98%	-17 viikkoa	Vko 22	98%	-16 viikkoa						
Käyttäjien kytkettävät kalusteet ja laitteet	Vko 42	10%	Ok	Vko 46	50%	Ok						
Kaluste- ja laiteasennus, märkätilat	Vko 24	95%	-14 viikkoa	Vko 21	95%	-17 viikkoa						

4.4 Laatumittauksen tulokset

Tutkimuksen kohdetyömaalla suoritettujen laatumittauksen kokonaistulos oli 95 %. Tulok-
set ja havaintojen jakauma mittauskohteittain olivat kuvion 13 mukaiset. Luovutuksen
suunnittelun tulos oli 75 %, aikataulutilanteen 100 %, laatuvaikutelman 95 % ja valmiin
työn laadun 95 %. Laatumittauksen tulokset ovat nähtävillä kokonaisuudessaan liit-
teessä 4.

LUOVUTUKSEEN VALMISTAUTUMISEN YHTEYDESSÄ TAPAHTUVA MITTAUS

Rakennusliike	YIT Rakennus Oy
Työmaan nimi	Opinnäytetyön kohdetyömaa
Työ nro	
Päiväys	30.8.2014

MITTAUSKOHDDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.	%
LUOVUTUKSEN SUUNNITTELU	9	9	3	3	75 %
AIKATAULU-TILANNE PORTAITTAIN	63	63			100 %
LAATUVAIKUTELMA	19	19	1	1	95 %
VALMIIN TYÖN LAATU ASUNNOITTAIN	207	207	11	11	95 %
	OIKEIN YHTEENSÄ	298	VÄÄRIN YHTEENSÄ	15	

TASO	$\frac{\text{OIKEIN (KPL)} \cdot 100}{\text{OIKEIN} + \text{VÄÄRIN (KPL)}} = \frac{298}{313} \cdot 100 = 95 \%$	%
------	---	---

Kuvio 13. Kohdetyömaalla suoritettujen laatumittauksien tulokset (liite 4)

Taulukko 6 esittää luvussa 4.3 selitetyn aikataulutilanteen vertailun tulokset. Alueella 1 kunnossa oli 21 % työlajeista, alueella 2 tulos oli 17 %, alueella 3 tulos oli 25 % ja alueella 4 tulos oli 6 %.

Taulukko 6. Tulokset verratessa aikataulutilannetta työmaan suunnitelmiin (muokattu liitteestä 5)

	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Alue 4
Kunnossa yhteensä	4	3	2	1
Ei kunnossa yhteensä	15	15	6	15
Kunnossa %	21%	17%	25%	6%

4.5 Tulosten analysointi

Numeraalisesti mittaustulokset olivat hyviä, mutta niiden tuoma hyötyarvo oli vähäistä. Kun mittaus tehdään vain kerran, ei vertailukohteitakaan tulokselle ole. Lomakkeeseen tehdyt muut kirjalliset havainnot kertovat hyödyllistä tietoa huomiota vaativista kohteista. Tällainen kohde paljastui muun muassa laatuvaikutelman arvioinnin kanssa, jossa

havaittiin yhden tilan sisältävän varastoitua tavaraa määrällisesti niin paljon, että se haittasi työn tekemistä.

Mittauksen ajankohdalla on merkitystä vaikutusmahdollisuuksiin ja viimeistelyvaiheessa toteutettu mittaus toimii pääasiallisesti toteavana tutkimuksena työmaan tilanteesta. Tuloksia voi toisaalta olla mahdollista hyödyntää yrityksen tulevissa kohteissa, jos Laatumittarin käyttö jatkuu osana yrityksen toimintajärjestelmää.

Alkuperäisen mittauslomakkeen kirjaimellinen seuraaminen ei ollut tutkimuksen kohdetyömaalla mahdollista. Mittauslomakkeen ollessa pääasiallisesti asuntotuotannon näkökulmasta suunniteltu, on ymmärrettävää, ettei se sisällä toimitilakohteiden ominaispiirteitä. Lomakkeen esittelyssä mainitaan: ”Eri tekijät ovat lomakkeistossa sangen yleispiirteisesti kuvattu, sillä vaatimuksiin vaikuttaa erittäin paljon käytettävät materiaalit, jolloin täysin kattavan ja yksityiskohtaisen lomakkeiston tekeminen on vaikeaa.” (Työmaan laadun mittausmenetelmä 2012).

Kuitenkaan Laatumittarin käyttö ei ole olennaisesti riippuvainen työmaan luonteesta tai rajoittunut vain asuntotuotannon käyttöön. Tärkeää on muokata lomakkeisto ennen mittauksia työmaan ominaisuuksien ja kiinnostuksen kohteiden perusteella. Kemppaisen (2014) mukaan alkuperäisen lomakkeen pohjalta voidaan työmaan intressien mukaisesti muotoilla käyttöön soveltuva kokonaisuus. Siinä alkuperäisen mittauslomakkeen havaintokohteita lisätään ja poistetaan tarpeiden mukaan.

Mittausta edeltävä valmistelutyö, mittauksen suorittaminen ja tulosten tallentaminen luettavaan muotoon huomioiden, kului mittaukseen aikaa yhteensä noin 20 tuntia. Itse mittauksen osioiden arviointi vei aikaa noin 10 tuntia. Laatumittaus oli mittajaan suorittajan ensimmäinen. Laatumittaukseen kuluvaan aikaan voivat vaikuttaa esimerkiksi kohteen laajuus, mitattava kokonaisuus, mittajaan tuntemus Laatumittarin käytöstä ja sisällöstä, kokemus rakennusalaista ja työvaiheiden arvioinnista yleisesti ja tuntemus mittauksen kohdetyömaasta.

Mittauksen ajankohta oli kohtalaisen onnistunut ja mittaus voitiin toteuttaa pääosin ongelmitta. Vaiheittain edistyvällä ja laajalla rakennuskohteella tilat valmistuvat eri aikoina tästä johtuva joidenkin tilojen keskeneräisyys teki valmiin työn laadun arvioinnin näissä tiloissa mahdottomaksi. Toisaalta arviointi suoritettiin pääosin pistokemaisesti, jolloin yksittäisten tilojen keskeneräisyys ei vaikuttanut mittauksen suorittamiseen. Joidenkin

mittauskohteiden arviointiin on viimeistelyvaihe kuitenkin myöhäinen ajankohta. Toimeksiantajan edustaja (2015) nosti esiin huomion, että esimerkiksi märkätilojen lattiakallistukset tulisi varmistaa huomattavasti aiemmin.

Aikataulutilanteen ja laatuvaikutelman arviointia varten suoritettut aluejaot onnistuivat hyvin. Aikataulutilanteen aluejako toteutettiin työmaan aikataulussa kuvatun työmaan jaottelun mukaisesti. Myös toimeksiantajan edustajan (2015) näkemys puolsi tätä tapaa. Toimeksiantajan edustaja (2015) huomautti myös, että aikataulutilannetta tulee seurata jatkuvasti, eikä vastuuta voida sysätä yhden laatumittauksen harteille.

Valmiin työn laadun arvioinnin tulos oli hyvä, mutta mittaus ei tarkkuudeltaan ollut erityisen yksityiskohtainen. Kohdetyömaan laajuudesta johtuen ei mittauksista ollut mahdollista suorittaa itselleluovutusta vastaavalla tarkkuudella. Valmiin työn laadun arviointi jää näin hyvin suurpiirteiseksi eikä tuloksilla ole suurempaa hyötyarvoa.

Aikataulutilanteen tulos poikkesi huomattavasti, kun kuvion 13 ja taulukon 6 tuloksia verrattiin keskenään. Alkuperäisessä mittauksessa aikataulutilanteen yhteistulokseksi saatiin 100 % ja aikatauluvertailussa alueiden yhteen laskettu tulos oli 20 %. Jälkimmäisellä tavalla toteutettuna mittauksen tuloksen saattaa käsittää enemmän informaatioarvoa, mutta tulosta on silti vaikea arvioida. Aikatauluvertailussa useiden työlajien valmiusasteeksi arvioitiin yli 95 %, jolloin voidaan mahdollisesti olettaa työlajien keskenäisen osuuden käsittävän virhe- ja puutekorjauksia. Toisaalta tulos ei kerro todellista syytä aikataulupoikkeamalle.

4.6 Haastattelu, toimeksiantajan edustaja

Opinnäytetyötä varten haastateltiin tilaajayrityksenä toimineen YIT Rakennus Oy:n edustajaa 27.2.2015. Haastattelulla kartoitettiin kokeneen rakennusalan työntekijän näkemystä Laatumittarista ja erityisesti luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuvasta mittauksesta. Haastattelukysymykset (ks. liite 2) käsittelivät viimeistelyvaiheen mittauksen alkuperäistä lomaketta, opinnäytetyön sisältänyttä laatumittausta ja sen tuloksia sekä viimeistelyvaiheen laatua ja laadun mittauksia yleisemmin. Haastattelun aiheita käsiteltiin toimitilatuotannon näkökulmasta.

Vaikka monet alkuperäisen lomakkeen sisältämistä mittauskohteista soveltuvat toimitilatyömaan käyttöön, oli haastateltavan mielestä tärkeää keskittyä nimikkeisiin, joita

työmaa käsittää. Luovutuksen suunnittelun arvioinnista haastateltava nosti esiin esimerkkinä viemäreiden koekäytöt ja lattiakaatojen testaukset. Hän piti märkätilojen lattioiden kallistuksien tarkastamista mittauksen yhteydessä myöhäisenä ajankohtana, ottaen huomioon korjaustöiden haastavuuden.

Aikataulutilanteen arvioinnissa toimeksiantajan edustaja näki suositeltavaksi toteuttaa mittauskohteen aluerajaus työmaan aikataulun aluejaon mukaisesti. Laatumittarin aikatauluarvioinnin haastateltava koki tarpeellisena aikataulutilanteen tarkistuskeinona. Hän totesi, että riittävän aikaisin suoritettuna laatumittauksen tuloksia voidaan hyödyntää ja esimerkiksi aikatauluongelmiin ehditään vaikuttaa. Hän kuitenkin muistutti myös, että aikataulutilannetta tulisi seurata jatkuvasti rakennusprosessin aikana. Työmaan aikatauluseurannan tulisi olla niin hyvällä tasolla, että työvaiheiden oikea-aikainen valmistuminen tai mahdolliset ongelmatilanteet havaittaisiin muutenkin. Lisäksi haastateltava huomautti, että joidenkin työvaiheiden, kuten sähköasennusten, aikataulullisen valmiuden havainnointi voi olla kuukausia ennen luovutuspäivää hyvinkin haasteellista.

Laatuvaikutelman arvioinnin haastateltava näki pystyvän antamaan hyödyllistä tietoa työmaasta ainakin joissain tapauksissa. Esimerkiksi tilanne, jossa työskentelytilan epäjärjestys tai tavaramäärä haittaavat työvaiheen toteuttamista, on potentiaalinen laatuun vahingollisesti vaikuttava tekijä. Haastateltavan mukaan tilanteita, joissa tiloja on tyhjennettävä väkisin, jotta viimeistelytyöt ja tarkastukset voidaan aloittaa, esiintyy työmaila usein.

Riittävä laatutaso saavutetaan toimitilatuotannossa toimeksiantajan edustajan mukaan noudattamalla ja RYL:n ja muiden normien asettamia vaatimuksia. Hän muistutti, että on tärkeää esittää laatuvaatimukset heti urakan aloituksen yhteydessä. Hän myös painotti koko työvaiheen ajan tapahtuvan laadun seurannan ja tarkastusten tärkeyttä. Laatumittauksen yhteydessä viimeistelyvaiheessa on haastateltavan mukaan myöhäinen hetki esittää vaatimuksia. Mahdolliset korjaukset voivat olla suuritöisiä työvaiheen lopussa. Haastateltava sanoi, että laadun riittävyydelle tai riittämättömyydelle saadaan vahvistus myös sen arviointia suorittavalta rakennusvalvojalta.

Tutkimusta varten suoritettua laatumittausta valmisteltiin muokkaamalla alkuperäisistä mittauslomakkeista kohdetyömaalle soveltuvat versiot. Muokatuissa versioissa työlajeja lisättiin kohdetyömaan ominaisuuksien mukaisesti. Muokatut lomakkeet ovat nähtävillä

liitteessä 4. Haastattelussa tiedusteltiin mittauskohteittain muun muassa tulosten hyödynnettävyyttä ja mittauskohteiden valinnan onnistumista.

Luovutuksen suunnittelun tulokseksi saatiin mittauksessa 75%. Yksi hyväksyvän merkinnän saaneista havainnointikohteista oli itselleluovutusten aloitus. Toimeksiantajan edustaja kommentoi tätä esimerkkinä ja oli sitä mieltä, että merkinnän kattavuudesta olisi hyvä saada tarkennusta. Hän sanoi, että jos mittaushetkellä esimerkiksi yksi urakoitsija mahdollisesti jopa useasta kymmenestä on aloittanut itselleluovutuksen, antaa hyväksyvä merkintä virheellistä informaatiota koko työmaan tilanteesta ja itselleluovutusten tasosta. Mittauskohteiden valinta oli haastateltavan mukaan onnistunut.

Aikataulutilanteen arvioinnin tulos oli laatumittauksessa 100%. Haastateltavan mukaan aluejaottelu aikataulun jakoa mukailleen oli hyvä. Hän piti alueita kuitenkin hieman suurina ja näki, että kuvaavampaa olisi jaotella alue pienempiin osiin. Esimerkkeinä hän mainitsi lohkojaottelun tai jaottelun selkeästi eri valmiudessa oleviin alueisiin. Näin saatava arvio alueen aikataulutilanteesta olisi tarkempi.

Mittauksessa saatiin laatuvaikutelman arvioinnin tulokseksi 95%. Yksi alue merkittiin mittauksessa laatuvaikutelman osalta virheelliseksi sen sisältämän tavaran paljouden takia. Toimeksiantajan edustaja piti huomiota tärkeänä ja kommentoi, ettei valmiin pinnan luominen ole mahdollista, jos tavaraa on haittana.

Valmiin työn laadun tulos mittauksessa oli 95%. Haastateltavan mielestä mittauskohteessa voitaisiin keskittyä aliurakoitsijoiden itselleluovutuksiin. Hänen mukaansa olisi hyödyllistä seurata, mitä itselleluovutuksissa on saatu aikaiseksi. Esimerkiksi kolme kuukautta ennen luovutusta tehtynä aikaa riittäisi hyvin mahdollisille korjauksille tai urakoitsijan tason parantamiselle. Hän totesi, että jos itselleluovutuskriteerit pidetään liian alhaisina, ei vastaanottotilanteen virheetöntä luovutusta saavuteta.

Haastateltava piti tärkeänä, että varmistutaan luovutuksen edellyttämien toimenpiteiden oikeasta ja tuloksellisesta toteutuksesta. Laatumittauksen suorittajalla tulisi olla riittävä asiantuntemus laadun arviointiin ja kriteerien täyttymiseen. Toimeksiantajan edustaja näki esimerkiksi työharjoittelijan kohdalla tilanteen hankalana. Kokemattomamman henkilön on uhrattava enemmän aikaa esimerkiksi vaatimusten selvittämiseen ja etsittävä tietoa sekä kyseltävä ahkerasti. Haastateltava näki, että laatumittauksen suorittamisen voisi ottaa asiakseen esimerkiksi työpäällikkö. Työpäällikkö voisi sopia tehtä-

vään jo mahdollisesti liiankin lähellä rakentamista toimivaa vastaavaa mestaria paremmin.

Toimeksiantajan edustajan mielestä erityisesti luovutuksen käynnistymisen varmistamiseen ja sen mittaukseen on tärkeä panostaa. Tässä Laatumittari voisi olla hyödyksi. Hänen mielestään laatumittaukseen käytettävä aika on perusteltua ja kaiken valmiin syntyminen ennen luovutusta on hyödyllistä. Laatumittarin tulkinnanvaraisia lopputulosprosentteja tärkeämpänä hän piti sitä, että mittauksessa pakotetaan tekemään ja ottamaan kantaa.

Haastateltavan mielestä sähköinen mobiilisovellus Laatumittarista toisi omat etunsa. Tällainen olisi esimerkiksi työtä säästävä dokumenttien suora jakelu.

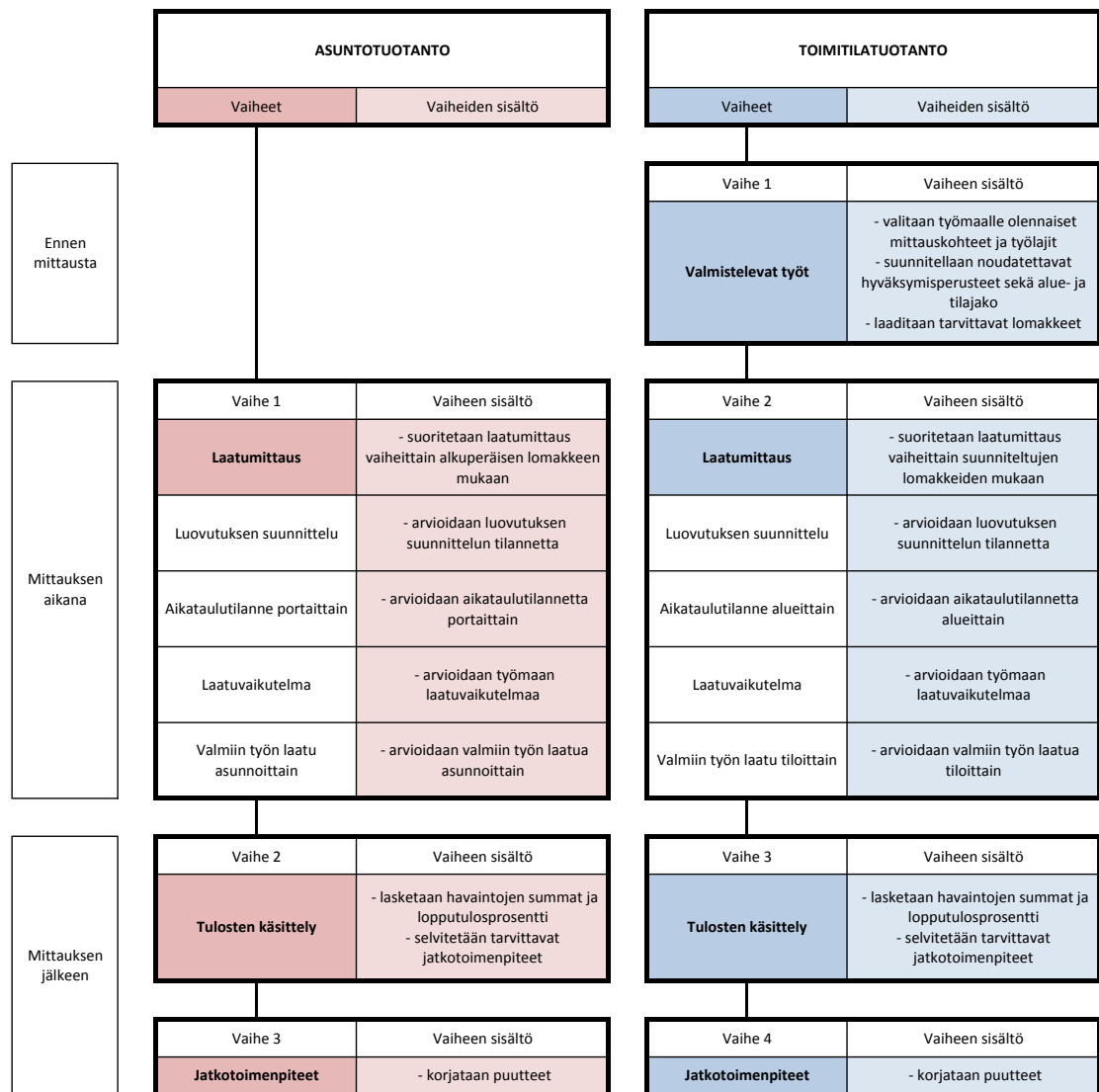
Laatumittarin avulla suoritettun laatumittauksen lisäksi aikataulutilannetta arvioitiin tutkimuksessa myös toisella tavalla. Tässä kohdetyömaan työnjohtajien kanssa arvioitiin työläjien valmiusastetta ja tuloksia verrattiin työmaalle suunniteltuihin aikatauluihin. Tällä menetelmällä mittauskohteen tulokseksi saatiin 16%. Aikataulutilanteen vertailusta on kerrottu tarkemmin luvussa 4.3. Haastateltava epäili menetelmän luotettavuutta, sen perustuessa työnjohtajien omakohtaisiin arvioihin. Hän muistutti, että määräseurannan tulisi olla työmaalla jatkuvaa. Näitä tietoja hyödyntämällä arvioinnin luotettavuus parantuisi. Hän huomautti myös, ettei mittausmenetelmä ota kantaa syihin, joiden takia työvaihe on myöhässä tai onko kyseessä esimerkiksi vuokraamaton tila.

Suurin ongelma opinnäytetyön kohdetyömaan laadun kannalta oli haastateltavan mukaan työn aikainen laadunvarmistus, joka ei sujunut odotetusti. Laatuongelmat liittyivät hänen mukaansa myös muun muassa itselleluovutuksiin. Tilanteeseen hän olisi kaivannut aikaisempaa reagointia.

5 Laatumittarin käyttö - prosessikaavio

Tässä luvussa esitetään kaavio, joka kuvaa vaiheittain luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuvan laadunmittausprosessin Laatumittarin avulla. Tutkimuksen näkökulman mukaisesti mittarin käyttöä tarkastellaan toimitilatuotannon kannalta. Samalla, asioiden havainnollistamiseksi, mittausprosessin vaiheita vertaillaan Laatumittarin alkuperäisen käyttötarkoituksen mukaiseen toteutukseen asuntotuotannossa. Prosessikaavio ja sen esittämät Laatumittarin sovellusehdotukset on luotu tutkimuksen tekijän tuntemusten ja käyttökokemusten pohjalta. Prosessikaavio pyrkii esittämään, minkälaisen toimenpiteiden avulla Laatumittari soveltuu käytettäväksi toimitilatyömaalla. Kaavion tarkoituksena on selkeytetyn mittausprosessin kuvaamisen lisäksi esittää Laatumittarin käytön yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia asunto- ja toimitilarakentamisen työmailla. Prosessikaaviossa on pyritty esittämään Laatumittarin käyttö ja mittauksen vaiheet selkeässä muodossa. Näin prosessikaaviosta on tavoiteltu saatavan kompaktia ja helposti luettavaa. Kaavion sisältö on selitetty seikkaperäisemmin tässä luvussa.

Prosessikaaviossa oletetaan, että asuntotuotannossa Laatumittaria voidaan työmaasta riippumatta käyttää yksityiskohtaisesti alkuperäisen lomakkeen ohjeiden mukaisesti. Tämä ei ole kaikissa asuntorakentamisen kohteissa mahdollista, sillä työmaiden ominaisuudet eroavat toisistaan. Kuitenkin havainnollisista syistä tämä oletamus tehdään. Toimitilatyömaille tarkoitettuja toimenpiteitä ei ole myöskään yksilöity työmaakohtaisesti, vaan kaavio katsoo erillisten toimitilakohteiden lukeutuvan samaan toimitilatuotannon kokonaisuuteen. Prosessikaavio kuvaa siis Laatumittarin käytön eroja, jotka johtuvat yleistetyti stereotyyppisten asunto- ja toimitilatuotantojen erilaisista luonteista ja ominaisuuksista. Osa kaavion toimitilatuotantoa varten luoduista ehdotuksista on Laatumittaria myös yleisesti koskevia. Prosessikaavion voidaan siis nähdä esittävän sekä nimellisesti toimitilatuotannolle tarkoitettuja että yleisesti Laatumittariin kohdistuvia sovellusehdotuksia. Prosessikaaviossa kuvattuja toimitilatuotannolle kohdistettuja Laatumittarin soveltamistapoja voidaan näin ollen hyödyntää myös asuntotuotannon kohteissa.



Kuvio 14. Prosessikaavio Laatumittarin käytöstä asunto- ja toimitilatutannossa

5.1 Laatumittaus asuntotuotannossa

Asuntorakentamisen työmaalla alkuperäinen lomake toimii käytännössä valmiina ratkaisuna. Tällöin itse mittausta päästään suorittamaan heti, eikä erityisiä valmistelevia töitä tarvita. Ennen mittauksia tulee muistaa varata mukaan kopio havaintolomakkeesta ja sen täyttöohjeistuksesta. Tämän jälkeen voidaan siirtyä suoraan mittauksen suorittamiseen eli prosessikaavion vaiheeseen 1. Mittaus suoritetaan alkuperäistä ohjeistusta mukaillen, joka on selitetty luvussa 3.3. Mittauksen tulokset ja muut merkinnät täydennetään suoraan alkuperäiseen havaintolomakkeeseen. Mittauksen jälkeen vaiheessa 2 havainnot lasketaan yhteen, joista saadaan mittauksen lopputuloksen osoittava prosenttilukema. Vaiheessa 2 tarkastellaan myös lomakkeen vapaaseen kenttään

tehtyjä huomioita ja suunnitellaan tarvittavat korjaustoimenpiteet. Vaiheessa 3 vaadittavat korjaustyöt toteutetaan.

5.2 Laatumittaus toimitilatuotannossa

Prosessikaavion vaiheissa 1 suoritetaan mittauksia valmistelevia töitä. Vaiheessa selvitetään, mitkä mittauskohteet ja työlajit ovat työmaan kannalta kiinnostavia. Tähän voidaan hyödyntää alkuperäisen lomakkeen työlajilistauksia, joihin täydennetään tai niistä poistetaan havaintokohteita työmaan intressien mukaisesti. Työmaan kannalta tärkeät mittauskohteet ovat kohdekohtaisesti yksilöllisiä. Mittauskohteiden valintaan vaikuttavat muun muassa työmaan sisältämät työvaiheet, kohteen laajuus, mittaukseen varatut resurssit, käyttäjien asettamat ja muut kohdekohtaiset vaatimukset. Valituille työlajeille tulee myös määritellä hyväksymisperusteet. Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi yrityksen omaa tietokantaa tai Rakennustieto Oy:n luomia RT- ja Ratu-kortistoja. Aikataulutilanteen, laatuvaikutelman ja valmiin työn laadun arviointia varten suunnitellaan noudatettava aluejako. Siinä otetaan huomioon työmaan laajuus ja sen sisältämät osakohteet. Suositeltavaa on tarkastella aikataulutilannetta työmaalle laaditun aikataulun sisältämän jaottelun perusteella. Valmiin työn laadun mittauksia ajatellen päätetään myös, onko tarpeellista suorittaa arviointi kaikissa vai satunnaisesti valituissa kohteiden tiloissa. Suurilla työmailla voi olla käytettävissä olevista resursseista riippuen aiheellista suorittaa valmiin työn laadun arviointi satunnaisesti valituissa tiloissa. Tällöin mittaus tapahtuu pistokoemaisesti ja satunnaisista tiloista saadut tulokset yleistetään havainnollistamaan koko työmaan keskimääräistä tilannetta. Seuraavaksi laaditaan määritellyjä mittauskohteita, työlajeja, tilajakoja ja hyväksymisperusteita noudattaen mittauksen havaintolomakkeet. Työtä säästävää ratkaisua on täydentää valitut mittauskohteet suoraan alkuperäiseen lomakkeeseen. Työmaakierrosta varten tulee mukaan varata lomakkeista tarpeellinen määrä kopioita.

Vaiheessa 2 suoritetaan itse laatumittaus. Vaihe jakautuu mittauskohteiden mukaisesti neljään osaan, joita ovat luovutuksen suunnittelun, aikataulutilanteen alueittainen, laatuvaikutelman ja valmiin työn laadun tilakohtainen arviointi. Mittaus toteutetaan vaiheessa 1 tehtyjä valintoja ja alkuperäistä ohjeistusta noudattaen, joka on selvitetty tarkemmin luvussa 3.3.

Prosessikaavion vaiheet 3 ja 4 koskevat mittauksen jälkeistä aikaa. Vaiheessa 3 käsitellään mittauksesta saatuja tuloksia. Tässä alkuperäistä ohjeistusta noudattaen laske-

taan havaintojen kokonaismäärät ja mittauksen lopputulosprosentti. Suurin huomio tulee kohdistaa mittauksessa ilmenneiden puutteiden ja virheiden tarkasteluun. Tulosten perusteella havainnot asetetaan tärkeysjärjestykseen ja suunnitellaan tarvittavat korjaustoimenpiteet sekä niihin kohdistettavat resurssit. Kirjallisen yhteenvedon laatiminen vaadituista jatkotoimenpiteistä on suositeltavaa. Vaiheessa 4 suunnitellut korjaukset ja muut toimenpiteet toteutetaan.

5.3 Yhtäläisyydet ja eroavaisuudet

Kuten prosessikaaviosta huomataan, Laatumittarin avulla suoritettujen mittauksen kulku on hyvin saman tapaista sekä asunto- että toimitilatuotannossa. Merkittävimmät erot kohdistuvat mittaukseen edeltävään vaiheeseen. Siinä missä asuntotuotannossa voidaan hyödyntää sille alunperinkin suunniteltua lomakkeistoa, eikä erityisiä valmistelevia toimenpiteitä tarvita, joudutaan toimitilatuotannossa muokkaamaan lomakkeita toimitilatyömaiden ominaisuuksia vastaaviksi. Voidaankin sanoa, että työmaiden yksilölliset ominaisuudet ja vaatimukset ovat perusta kaikille Laatumittariin tarvittaville muutoksille ja käytön eroavaisuuksille.

Laatumittarissa tarvittaviin muutoksiin vaikuttavina yleisinä asunto- ja toimitilatuotannon eroavina ominaispiirteinä voidaan katsoa olevan esimerkiksi rakennusten käyttötarkoitus, käyttäjäkunta, osakohteet ja tilajako, varustelu, rakenteet ja käytetyt talotekniset järjestelmät. Nämä ominaispiirteiden erot johtavat yksilöllisiin laatuvaatimuksiin, joiden perusteella Laatumittariin tehdään siihen tarvittavat muutokset. Muutokset laatumittauksen valmisteluvaiheessa johtavat myös seuraavien vaiheiden eroavaisuuksiin, kun mittaukseen suoritetaan tehtyjä valintoja noudattamalla.

6 Johtopäätökset

Opinnäytetyötutkimus osoitti, että laadulla on yritykselle suuri merkitys. Laatuun ja sen hallintaan kannattaa panostaa. Hyvä laatu edistää muun muassa yrityksen asiakkaiden tyytyväisyyttä, kustannustehokkuutta ja kannattavuutta. Yrityksen kannalta hedelmällisintä on keskittää resursseja laatuvirheitä ehkäisevään toimintaan, kuitenkin sivuuttamatta tarkastustoimia. Tällöin saavutetut kustannushyödyt ovat sijoitettuja investointeja suuremmat.

Tutkimuksessa selvitettiin, että laatuvirheet voivat aiheutua kaikissa rakennusprosessin vaiheissa ja niiden syntyyn voivat vaikuttaa monet eri tekijät. Usein havaittavat laatu-poikkeamat ovat monivaiheisen tapahtumaketjun aikaansaannoksia. Onkin hyvä huomata, että vaikka laatuvirheet esiintyvät useimmin viimeistelytöiden yhteydessä rakenteiden pintavaurioina, ne saavat alkunsa mahdollisesti jo paljon aikaisemmassa vaiheessa. Lisäksi laatuvirheet ilmenevät myös lukuisilla muilla tavoilla. Korjaustoilla voidaan poistaa aiheutetut virheet, mutta niillä ei ratkaista ongelmia pysyvästi. Tärkeintä on välttää virheiden uusiutuminen. Tämän saavuttamiseksi tulee kehitystyötä kohdistaa yrityksen toimintajärjestelmään ja laadunhallintaan.

Tutkimuksessa selvisi, että laatuvirheiden aiheuttajatahoina ovat useimmissa tapauksissa urakoitsijat tai suunnittelijat. Laatu-poikkeamiin johtavia yleisimpiä virheiden aiheutumissyitä ovat tutkimuksen mukaan huolimattomuus, puutteellinen tiedonkulku, osamattomuus ja aikataululliset syyt.

Viimeistelyvaihe on tärkeä osa rakennushanketta. Tarvitaan kaikkien osapuolien yhteistyötä ja hyvää työn koordinoitua, jotta kaikki kohteen työvaiheet saadaan ohjattua valmiiksi laadukkaasti ja ajallaan. Erityisesti tässä Laatumittarin kaltaista sovellusta voidaan hyödyntää. Sillä voidaan auttaa vastuutahoja keskittymään luovutuksen edellyttämiin vaatimuksiin ja suoritettaviin tehtäviin.

Opinnäytetyön tuloksena laaditussa prosessikaaviossa esitetyt toimenpiteet koskivat pääasiallisesti alkuperäisten lomakkeiden sisältämien mittauskohteiden muokkaamista työmaan ominaisuuksia vastaaviksi. Prosessikaavion avulla voitiin havaita, ettei mittarin käyttötapakaan muuten eroa merkittävästi toimialojen kesken. Tätä huomiota tukivat kohdetyömaalla suoritettujen laatumittauksen lisäksi Rakennusteollisuus RT ry:n edustajan näkemykset. Opinnäytetyö osoitti, että Laatumittarin alkuperäisiin lomakkeisiin vaa-

dittavat muutokset aiheutuivat työmaiden erilaisista luonteista ja niistä johtuvista laatuvaatimuseroista.

Yleisesti Laatumittarin käytölle esitettiin parannusehdotuksia. Tukkimiehen kirjanpidolla merkittyjen havaintojen katsottiin saattavan jättää merkittävästikin informaatiota kertomatta. Negatiivinen merkintä lomakkeessa ilman tarkempaa selvitystä ei ota kantaa virheen vakavuuteen, laajuuteen tai sijaintiin. Riippuen työmaan koosta, mittaajan voi olla myös hankala muistaa esimerkiksi laatuvirheiden sijaintia tai vakavuutta mittauksen jälkeen. Tähän ongelmaan ratkaisuna voisi olla Laatumittarin sähköinen sovellus. Mittarin käyttö sähköisenä versiona mobiilisovelluksen avulla helpottaisi käytettävyyttä, vähentäisi mittauksen työmäärää ja nopeuttaisi dokumentointia. Tämän tyyppisiä sovelluksia onkin jo markkinoilla kolmansien osapuolien kehittämänä.

Valmiin työn laadun arviointia Laatumittarin osana ei nähty hyödylliseksi. Rakennushankkeen urakasopimuksissa on vaadittu urakoitsijoiden tehtäväksi itselleluovutuksia, joissa kootaan työvaiheiden yksityiskohtaiset virhe- ja puutelistat. Tämän huomion nojalla valmiin työn laatua ei ole kannattavaa suorittaa erikseen. Jatkotutkimuskohteena hyödyllistä olisi tutkia itselleluovutuslistojen hyödyntämistä Laatumittarin yhteydessä. Lisätutkimusta voitaisiin kohdistaa myös seurantamatriisin käyttöön Laatumittarin ohessa.

Laatumittauksen lopputuloksena saatavan prosenttiluvun ei katsottu tuovan hyödynnettävää informaatiota. Myös mittausmenetelmät herättivät kysymyksiä. Esimerkiksi valmiin työn laadun arvioinnissa oli mittaajan pohdittavissa ja päätettävissä, millä tarkkuudella työläjien laatua arvioitiin. Mittaajan harkintakyvyn varassa oli esimerkiksi valita, minkä suuruinen virhe johtaa työläjin kohdalla negatiiviseen merkintään. Tilaajayrityksen edustaja nosti esille ehdotuksen, jossa laatumittauksen voisi suorittaa kokemusta omaava työpäällikkö.

Kokonaisuutena Laatumittari koettiin kuitenkin myönteisenä laadunvarmistustyökaluna. Laatumittarin lomakkeet ja ohjeistus koettiin selkeiksi. Lisäksi mittarin ollessa vapaassa jaossa, se ei aiheuta hankintakustannuksia. Suurimman hyödyn sen todettiin tuovan yrityksille, joiden omat toimintatavat eivät ole erityisen kehittyneellä tasolla. Tutkimuksen nimenomaiselle tilaajayritykselle mittari ei välttämättä tuo merkittävää lisäarvoa toimintajärjestelmään. Tilaajayrityksen edustajan mukaan luovutustoimenpiteiden aloittamisen ja etenemisen varmistaminen on tärkeää. Laatumittari sisältää kattavan lista-

uksen viimeistelyvaiheessa huomioitavista asioista ja toimii näin hyödyllisenä apuvälineenä. Kuten tilaajayrityksen edustajan haastattelussakin ilmeni, on tärkeintä kuitenkin keskittyä jatkuvaan laadun tarkkailuun.

7 Yhteenveto

Rakentamisen laadun saadessa jatkuvasti kasvavaa huomiota, on yritykselle eduksi lisätä myös omaa kiinnostustaan sitä kohtaan. Laatu vaikuttaa yrityksen toimintaan merkittävästi monella tavalla ja hyvän laatu onkin tavoittelemisen arvoinen asia.

Laatuvirheet voivat ilmentyä erilaisissa muodoissa ja niitä synnyttävät monet tekijät. Yrityksen on tärkeää kehittää toimintajärjestelmäänsä virheitä ennalta ehkäisevään suuntaan.

Rakentamisen aikainen laadunvarmistus sisältää toimenpiteitä, joiden avulla suunniteltuja laatuvaatimuksia toteutetaan. Myös viimeistelyvaihe on tärkeä osa rakentamista. Siinä ohjataan erilliset tekijät yhteiseen lopputulokseen ja rakennus viimeistellään luovutuksen edellyttämään kuntoon.

Laatumittarin avulla voidaan tarkkailla sekä rakentamisen aikaista että viimeistelyvaiheen laatua. Opinnäytetyössä Laatumittaria käsiteltiin toimitilatuotannon näkökulmasta ja pyrittiin kartoittamaan sen käyttömahdollisuuksia toimitilatyömaan viimeistelyvaiheessa. Tutkimuksen kohdetyömaalla suoritettiin viimeistelyvaiheen mittaus, jossa Laatumittarin käyttöä havainnoitiin empiirisesti. Mittauksen tulokset dokumentoitiin myöhempää käyttöä varten. Lisäksi opinnäytetyön aikana tehdyillä haastatteluilla kartoitettiin tietoa Laatumittarin taustoista ja kehitystyöstä sekä tiedusteltiin näkemyksiä sen soveltuvuudesta toimitilatyömaalle. Laatumittari havaittiin kokonaisuutena potentiaalisena viimeistelyvaiheen laatutyökaluna.

Tutkimuksen tuloksena laadittiin prosessikaavio Laatumittarin käytön vaiheista ja toimitilatyömaan käytön edellyttämistä toimenpiteistä. Lisäksi työssä pohdittiin muita Laatumittari parannusehdotuksia. Edellä mainitut tulokset yhdessä kohdetyömaalla suoritettun laatumittauksen dokumenttien kanssa tutkimus onnistui kokoamaan lähtötiedot Laatumittarin mahdolliselle jatkotutkimukselle.

Lähteet

Artto, K., Martinsuo M. & Kujala J. 2006. Projektiliiketoiminta. Helsinki: WSOY. Saatavilla myös sähköisesti osoitteessa:
<http://pbgroup.aalto.fi/en/the_book_and_the_glossary/projektiliiketoiminta.pdf>. Luettu 23.11.2014.

Historia. 2013. Verkkodokumentti. YIT.
<http://www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/Perustietoa_YITsta/YIT_lyhyesti/Historia>. 13.8.2013. Luettu 6.12.2014.

Toimeksiantajan edustaja. 2015. YIT Rakennus Oy, Helsinki. Haastattelu 27.2.2015.

Kankainen, Jouko & Junnonen, Juha-Matti. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kemppainen, Jani. 2014. Asiamies, Rakennusteollisuus RT ry, Helsinki. Haastattelu 19.12.2014.

Laatuongelmien syitä ja ratkaisuehdotuksia. Verkkohaastattelun tulokset. 2012. Verkkodokumentti. Rakennusteollisuus RT ry.
<<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/verkkohaastattelun-tulokset.pdf>>. 17.7.2012. Luettu 23.11.2014.

Lecklin, Olli. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Kauppakaari.

Lindberg, R., Koskenvesa A. & Sahlstedt, S. 2012. Aikataulukirja 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Miten rakennusala kehittää laatua? (Laatupolku). n.d. Verkkodokumentti. Rakennusteollisuus RT ry. <<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Laatu/>> . Luettu 22.11.2014.

Rakennustöiden laatu 2014. 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT-ohjekortti RT 10-10387 Talonrakennushankkeen kulku. 1989. Rakennustieto Oy.

Työmaan laadun mittausmenetelmä. 2012. Verkkodokumentti. Rakennusteollisuus RT ry. <<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laatumittarin-kuvaus.pdf>>. 29.8.2012. Luettu 23.11.2014.

YIT lyhyesti. 2015. Verkkodokumentti. YIT.
<http://www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/Perustietoa_YITsta/YIT_lyhyesti>. 16.2.2015. Luettu 20.2.2015.

Haastattelusuunnitelma, Jani Kemppainen (Rakennusteollisuus RT ry)

Haastateltava: **Jani Kemppainen, Rakennusteollisuus RT Ry**

Haastattelun ajankohta: **perjantaina 19.12.2014, klo 9:30**

Menetelmät / tarvikkeet: **Kysymyslomake, kynä ja paperia, nauhuri**

Esitettävät kysymykset:

Yleistä Laatumittarista ja Laatupolusta

1. Mitä tarvetta ajatellen Laatumittari on kehitetty?
2. Kuka/mitkä tahot ovat olleet mukana Laatumittarin kehityksessä?
3. Laatupolku-hankkeen alussa Aalto-yliopisto suoritti tutkimuksen muun muassa laatuvirheiden aiheuttajiin liittyen. Minkälaisia tuloksia tästä saatiin? Onko tätä aineistoa jossain nähtävillä? Miten tulokset vaikuttivat kehityksen kulkuun?

Laatumittarin käyttö toimitilatuotannossa

4. Miten Laatumittarin käyttö toimitilatuotannossa on huomioitu sen kehitysvaiheessa? (Sivustolla mainittu: "Laatumittari on ensisijaisesti tarkoitettu asuntotuotantoon")
5. Onko Laatumittarin käyttöä toimitilapuolella tutkittu/kehitetty myöhemmin? Miten?
6. Onko Laatumittaria kehitetty muuten edelleen? Miten?
7. Kuinka monessa kohteessa / Kuinka laajasti Laatumittari on ollut käytössä?
8. Minkälaista palautetta Laatumittarin käytöstä on saatu? Onko jotain lisäkehitystä vaativaa ilmennyt? (Onko aineistoa nähtävillä jossain?)

9. Onko Laatumittarin käyttöä testattu toimitilatyömailla? (Onko tästä saatu palautetta?)
10. Minkälaisia haasteita näette Laatumittarin käytölle toimitilapuolella / eroavaisuuksia verrattuna asuntotuotannon käyttöön?

Luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus

11. Mitä tarvetta ajatellen luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus on luotu? (Minkälaista hyötyä tuloksista on ajateltu saatavan?)
12. Millä perusteella mittauksen ajankohta (n. 3 kk ennen luovutusta) on valittu? Onko ajankohta todettu toimivaksi? Mikä olisi toimitilatuotannossa vastaava aika mittaukselle?
13. Miten mittauskohteiden havaintomerkintöjen osuuksia havaintojen kokonaismäärästä on pohdittu? (Esim. luovutuksen suunnittelussa merkintöjä tulee huomattavasti vähemmän, kuin valmiin työn laadussa. Lisäksi oikein/väärin merkintöjen suhde?)
14. Miten virhe- ja puutelistojen hyödyntämistä valmiin työn laadun mittaamisessa on huomioitu?
15. Mikä on laatuvaikutelman havainnoinnin tarkoitus? (Ero valmiin työn laadun havainnointiin?)
16. Miten aikataulutilanteen arvioinnin hyväksymisperuste on laadittu? Onko pohdittu muita vaihtoehtoja? (Esim. aikataulutilanteen vertailu työvaihe-/luovutusaikatauluun)

Haastattelusuunnitelma, toimeksiantajan edustaja

Haastattelun ajankohta: **27.2.2015, klo 9:00**

Haastattelun aihe ja näkökulma: **Laatumittari (luovutukseen valmistautumisen yhteydessä tapahtuva mittaus), kokemukset mittauksesta, sen hyödyllisyydestä ja puutteista toimitilatuotannon näkökulmasta**

Menetelmät / tarvikkeet: **Kysymyslomake, kynä ja paperia, nauhuri**

Esitettävät kysymykset:

ALKUPERÄINEN MITTAUSLOMAKE

1 Luovutuksen suunnittelu:

- Ovatko alkuperäisen lomakkeen mittauskohteet sovellettavissa toimitilatuotannon käyttöön?
- Minkälaiset mittauskohteet olisivat olennaisia huomioitavia toimitilatuotannon kannalta?

2 Aikataulutilanne portaittain:

- Ovatko alkuperäisen lomakkeen mittauskohteet / työlajit sovellettavissa toimitilatuotannon käyttöön?
- Minkälaiset mittauskohteet / työlajit olisivat olennaisia huomioitavia toimitilatuotannon kannalta?
- Minkälaiset aluerajaukset soveltuisivat toimitilatuotannon käyttöön?
- Miten aikataulutilannetta tulisi arvioida? (Ohjeistuksen mukaan / vertailu työmaan aikatauluihin / muulla tavoin?)

3 Laatuvaikutelma:

- Onko laatuvaikutelmaa tarpeellista arvioida? (Tuoko jotain lisäinformaatiota verrattuna valmiin työn laadun arviointiin?)
- Minkälaiset aluerajaukset soveltuisivat toimitilatuotannon käyttöön?

4 Valmiin työn laatu asunnoittain:

- Minkälainen tarkkuustaso olisi soveltuva toimitilatuotannon mittauksen kannalta?
- Minkälaiset mittauskohteet / työlajit olisivat olennaisia huomioitavia toimitilatuotannon kannalta?
- Minkälaiset aluerajaukset soveltuisivat toimitilatuotannon käyttöön?

5 Laatumittarin sisältö kokonaisuutena:

- Muutoksia mittauskohteisiin / kehitysideoita?
- Missä vaiheessa viimeistelyvaiheen laatumittaus olisi kannattavinta suorittaa?

SUORITETTU LAATUMITTAUS

6 Luovutuksen suunnittelu (osakohteen tulos mittauksessa 75%):

- Miten mittauskohteen tulokset ovat hyödynnettävissä?
- Onnistuivatko mittauskohteiden valinnat?

7 Aikataulutilanne alueittain (osakohteen tulos mittauksessa 100%):

- Miten mittauskohteen tulokset ovat hyödynnettävissä?
- Onnistuivatko mittauskohteiden ja aluerajausten valinnat?

8 Laatuvaikutelma (osakohteen tulos mittauksessa 95%):

- Miten mittauskohteen tulokset ovat hyödynnettävissä?
- Onnistuivatko mittauskohteiden ja aluerajausten valinnat?

9 Valmiin työn laatu tiloittain (osakohteen tulos mittauksessa 95%):

- Miten mittauskohteen tulokset ovat hyödynnettävissä?
- Onnistuivatko mittauskohteiden ja aluerajausten valinnat?

10 Oliko laatumittauksen lopputulos odotetun kaltainen? Miksi?

11 Ilmenikö laatumittauksen tuloksissa hyödyllistä dataa?

12 Kenen tulisi suorittaa viimeistelyvaiheen laadun mittaus?

MUUTA

13 Onko Laatumittarin kaltaista viimeistelyvaiheen mittausta ylipäättään kannattavaa tehdä?

14 Onko Laatumittarille tai sen kaltaiselle sovellukselle kysyntää? (Esim. mobiilisovellukset)

15 Onko aikataulutilanteen vertailu työmaan aikatauluihin hyödyllinen tapa arvioida aikataulutilannetta? (osakohteen tulos mittauksessa 16%) (Minkälaiset kriteerit työlajien hyväksynnälle?)

16 Kohdetyömaan viimeistelyvaiheen laatuongelmat ja niihin johtaneet syyt?

17 Kohdetyömaan laadun mittaaminen? (menetelmät, viimeistelyvaiheen toimenpiteet, hankaluudet, tulokset)

18 Muuta huomioitavaa / kommentoitavaa?